

**PENGARUH KONSENTRASI SARI BAWANG
PUTIH DALAM PENGENCER ANDROMED
TERHADAP KUALITAS SEMEN
KAMBING BOER SETELAH 24 JAM
PADA SUHU DINGIN**

SKRIPSI

Oleh:

**Nugraha Fajar Kurniawan
NIM. 145050107111064**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lamongan, 20 November 1995 sebagai putra ketiga Sujanto, S.Pd, M.Pd dan Umi Iriani S.Pd. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 1 Paji pada tahun 2005, pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Pucuk pada tahun 2011 dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Lamongan lulus pada tahun 2014. Penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru melalui ujian tulis (SPMK) pada tahun 2014.

Selama kuliah penulis pernah aktif di organisasi intra kampus antara lain : Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) sebagai staff Kementrian Kebijakan Publik pada tahun 2015-2016 dan anggota FASCO serta aktif di organisasi eksternal kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Islam (HMI). Penulis telah menyelesaikan Praktek Kerja Lapang (PKL) dengan judul “Tata Laksana Pemeliharaan *Parent Stock Broiler* Fase *Grower* di PT. Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. *Poultry Breeding Divison*, Kabupaten Sukabumi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Sari Bawang Putih Dalam Pengencer Andromed Terhadap Kualitas Semen Kambing Boer Setelah 24 Jam Pada Suhu Dingin.”

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan secara moril maupun materil, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS, selaku dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang dan Dr. Ir. Sri Minarti, MP, selaku Ketua Jurusan Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.
2. Prof. Dr. Ir. Sc. Agr. Ir. Suyadi, selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Sri Wahjungsih, M.Si, selaku dosen pendamping yang telah memberikan arahan selama penelitian sampai dengan penusunan skripsi dengan sangat luar biasa sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu.
3. Dr. Ir. Sri Minarti, MP, Artharini Irsyammawati, S.Pt, MP dan Dr. Ir. Mustakim, MP, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan koreksi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu.
4. Dr. Ir. Agus Budiarto MS. dan Sumali, S.Pt selaku ketua dan pengelola Laboratorium Lapang Sumber Sekar

- Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah memberikan izin dan membantu dalam penelitian.
5. Achadiyah Rachmawati, S.Pt. M.Si dan Moch. Bahrudin yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan fasilitas dan pengetahuan dalam pelaksanaan penelitian.
 6. Kedua orang tua Bapak dan Ibu (Sujanto, S.Pd, M.Pd dan Umi Iriani, S.Pd), saudaraku (Vebrianto Wahyu Eko Irmawan, ST dan Denny Tri Budi Prasetya, S.ST) atas perhatian, kasih sayang, doa dan dukungannya. Terima kasih banyak semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya.
 7. Teman-teman penelitian Dodik Fatkhur Rohman, Akhmad Raafi dan Hanna Arum Rahmayanti yang telah memberikan dukungan dan kerjasamanya selama penelitian.
 8. Uswajul Mutoharoh, Desy Dwi Afifah, Sulaiman, Angga Setiawan dan Aprilia Retno Anggraini yang selalu memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi.

Malang, 30 Juli 2018

Penulis

**THE INFLUENCE OF GARLIC JUICE
CONCENTRATION IN THE DILUENT
ANDROMED TO THE QUALITY
OF BOER GOAT SEMEN AFTER 24
HOURS AT COLD TEMPERATURE**

Nugraha Fajar Kurniawan¹⁾, Suyadi²⁾ and Sri Wahjuningsih²⁾

(1) Student of Faculty Animal Husbandry,
Brawijaya University, Malang

(2) Lecturer of Faculty Animal Husbandry,
Brawijaya University, Malang

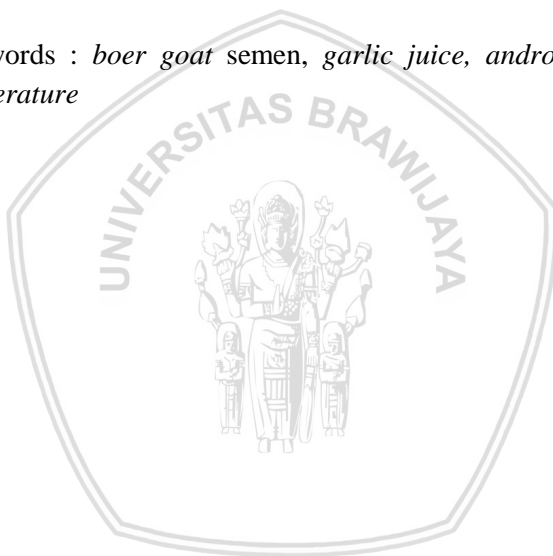
e-mail : nugrahafajarkurniawan@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to know the influence of garlic juice concentration in the diluent Andromed on the quality of boer goat semen after 24 hours at cold temperature. This research was conducted on 14 March 2018 until 28 April 2018 at Sumber Sekar Laboratory, Animal Husbandry, Brawijaya University. There are 4 treatments from the concentration of P0 (0%), P1 (1%), P2 (2%), P3 (3%) garlic. The research method was a trial research. Program pattern which used in this research was Completely Randomized Design (CRD) and 6 replications, if there was a difference, then research should be continued Duncan Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the effect of garlic juice addition rate of P0, P1, P2, P3 in andromed diluents on semen quality, but on (P1) gives highly significant effect ($P < 0.01$) on the quality of goat Boer semen. The value of individual motility was obtained by the average percentage of

$28.33 \pm 2.58\%$. Viability of $44.37 \pm 0.57\%$. Abnormality of $4.26 \pm 0.29\%$. While on percentage of sperm membrane integrity did not give a significant effect ($P > 0.05$) from the percentage value of membrane integrity of $37.81 \pm 4.45\%$. The conclusion of this research was the influence of the concentration of garlic juice as much as 1% in the andromed diluent still able to maintain the quality of spermatozoa after 24 hours at cold temperature.

Keywords : *boer goat semen, garlic juice, andromed, cold temperature*



PENGARUH KONSENTRASI SARI BAWANG PUTIH DALAM PENGECER ANDROMED TERHADAP KUALITAS SEMEN KAMBING BOER SETELAH 24 JAM PADA SUHU DINGIN

Nugraha Fajar Kurniawan¹⁾, Suyadi²⁾ dan Sri Wahjuningsih²⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

²⁾Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

e-mail: nugrahafajarkurniawan@gmail.com

RINGKASAN

Bawang putih (*Allium sativum* L.) mengandung zat antioksidan yang cukup besar. Jenis senyawa yang menentukan bau khas bawang putih yaitu *allisin*. Penambahan sari bawang putih ke dalam pengencer agar bisa mencegah keberadaan radikal bebas yang dapat menurunkan kualitas spermatozoa. Peran pengencer Andromed sebagai sumber energi untuk mempertahankan kualitas semen selama penyimpanan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi sari bawang putih dalam pengencer Andromed terhadap motilitas individu, viabilitas, abnormalitas, integritas membran spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19 Maret 2018 sampai dengan 28 April 2018 di Laboratorium Lapang Sumber Sekar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

Materi penelitian semen segar kambing Boer yang ditampung satu minggu dua kali menggunakan metode vagina buatan. Dilakukan penampungan semen segar dan dievaluasi secara makroskopis dan mikroskopis. Metode penelitian yang

digunakan adalah percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 perlakuan dari sari bawang putih P0 (0%), P1 (1%), P2 (2%), P3 (3%) dengan 6 kali ulangan. Pengamatan dilakukan setelah penyimpanan 24 jam dengan suhu dingin 5 °C. Variabel yang diukur adalah motilitas individu, viabilitas, abnormalitas, dan integritas membran. Selanjutnya dilakukan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh tingkat penambahan sari bawang putih P1, P2, P3, P4 terjadi penurunan, akan tetapi pada pemberian P1 memberikan pengaruh berbeda yang sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kualitas semen kambing Boer. Nilai motilitas individu diperoleh hasil rata-rata persentase sebesar $28,33 \pm 2,58\%$. Viabilitas sebesar $44,37 \pm 0,57\%$. Abnormalitas sebesar $4,26 \pm 0,29\%$. Dan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0.05$) dari nilai persentase integritas membran sebesar $37,81 \pm 4,45\%$. Sedangkan pada penambahan sari bawang putih P2 dan P3 tidak mampu mempertahankan kualitas semen kambing Boer setelah penyimpanan 24 jam pada suhu dingin.

Kesimpulan penelitian ini penambahan sari bawang putih P1 pada pengencer Andromed masih mampu mempertahankan kualitas semen kambing Boer dilihat dari motilitas individu, viabilitas, abnormalitas, dan integritas membran setelah penyimpanan 24 jam pada suhu dingin. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan semen kambing yang berbeda untuk mengetahui hasil yang lebih optimal dan sebaiknya mengaplikasikan untuk IB, sehingga diketahui fertilitas semen cair tersebut.

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Kerangka Pikir	6
1.6 Hipotesis	9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kambing Boer	11
2.2 Semen Kambing Boer	12
2.3 Pengenceran Semen	14
2.4 Penyimpanan Semen	15
2.5 Pengencer Andromed	17
2.6 Antioksidan	18
2.7 Sari Bawang Putih (<i>Allium sativum</i> L.)	19
2.8 Radikal Bebas	21
2.9 Lipid Bilayer	22
2.10 Uji Hypo Osmotic Swelling Test (HOST)	23

BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.2	Materi Penelitian	27
3.2.1	Pembuatan Sari Bawang Putih (<i>Allium sativum L.</i>)	28
3.2.2	Pembuatan Pengencer Andromed	30
3.2.3	Pembuatan Pengencer Perlakuan	30
3.2.4	Penampungan Semen Kambing Boer	30
3.2.5	Lama Penyimpanan	31
3.2.6	Pengenceran Semen	32
3.3	Metode Penelitian	33
3.4	Analisis Data	33
3.5	Variabel Pengamatan	34
3.5.1	Pemeriksaan Makroskopis Semen	34
3.5.2	Pemeriksaan Mikroskopis Semen	35
3.6	Kerangka Operasional Penelitian	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Semen Segar	41
4.2	Pengaruh Lama Simpan Pada Suhu Dingin Terhadap Kualitas Semen Kambing Boer Setelah Diencerkan Dengan Konsentrasi Sari Bawang Putih (<i>Allium sativum L.</i>)	45
4.2.1	Motilitas Individu	46
4.2.2	Viabilitas	50
4.2.3	Abnormalitas	54
4.2.4	Integritas Membran	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	63
-----	------------------	----

5.2	Saran	63
-----	-------------	----

DAFTAR PUSTAKA	65
-----------------------------	----

LAMPIRAN	83
-----------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik Kualitas Semen Segar Kambing Boer	41
2. Persentase Motilitas Individu Spermatozoa Kambing Boer Setelah 22 Jam	47
3. Persentase Viabilitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	50
4. Persentase Abnormalitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	54
5. Persentase Integritas Membran Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian	9
2. Alur Pembuatan Sari Bawang Putih (<i>Allium sativum L.</i>)	29
3. Kerangka Operasional Penelitian	40
4. Grafik Motilitas Individu Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	49
5. Viabilitas Spermatozoa Diamati pada Mikroskop Perbesaran 400 Kali	52
6. Grafik Viabilitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	53
7. Abnormalitas Spermatozoa Diamati pada Mikroskop Perbesaran 400 Kali	54
8. Grafik Abnormalitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	57
9. Integritas Membran Spermatozoa Diamati pada Mikroskop Perbesaran 400 Kali	58
10. Grafik Integritas Membran Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel <i>Descriptive Statistics</i> Motilitas Individu Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	83
2. Tabel Anova Motilitas Individu Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 am	84
3. Tabel <i>Homogeneous Subsets</i> Motilitas Individu Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	85
4. Tabel <i>Descriptive Statistics</i> Viabilitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	86
5. Tabel Anova Viabilitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	87
6. Tabel <i>Homogeneous Subsets</i> Viabilitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	88
7. Tabel <i>Descriptive Statistics</i> Abnormalitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	89
8. Tabel Anova Abnormalitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	90
9. Tabel <i>Homogeneous Subsets</i> Abnormalitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 jam	91
10. Tabel <i>Homogeneous Subsets</i> Abnormalitas Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 jam	92

11. Tabel Anova Integritas Membran Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	93
12. Tabel <i>Homogeneous Subsets</i> Integritas Membran Spermatozoa Kambing Boer Setelah 24 Jam	94
13. Dokumentasi Penelitian	95



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kambing Boer merupakan kambing yang mampu beradaptasi dengan baik di lingkungan tropis serta memiliki produksi semen yang tinggi. Mengenai tampilan libido dan kemampuan produksi semen, pejantan ini beradaptasi sekitar lima bulan di daerah tropis. Kambing muda menampilkan kemampuan libido dan memiliki produksi semen yang baik dan sisi kualitas maupun kuantitas tidak berbeda nyata dengan kambing berumur dewasa atau di- atas 18 bulan (Suyadi, Rachmawati dan Iswanto, 2017). Kambing merupakan salah satu jenis ternak yang potensial sebagai penyedia daging nasional, karena memiliki keunggulan antara lain yang dapat berkembang dengan baik pada kondisi yang optimal. Populasi kambing di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan sebesar 3,13%, hal ini dapat dilihat dari tahun 2015 sampai tahun 2016 sebesar 19.012.794 ekor dan 19.608.181 ekor (Anonimus, 2016). Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan yang berguna untuk meningkatkan populasi ternak kambing di Indonesia, terutama pada komoditi kambing Boer.

Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas ternak kambing Boer yaitu dengan memperkenalkan teknologi Inseminasi Buatan (IB) kepada masyarakat. IB merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kemampuan reproduksi ternak yang diharapkan mampu mempercepat perkembangan populasi dan meningkatkan mutu genetik ternak (Suharyati dan Hartono, 2013). Pada penerapan ejakulat dapat menjadi puluhan hingga ratusan dosis untuk IB,

tergantung kualitas dan kuantitas ejakulat (Rizal dan Herdis, 2008).

Alawiyah dan Hartono (2006) menyatakan IB merupakan salah satu cara yang dapat meningkatkan populasi dan kualitas genetik. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan IB antara lain keterampilan inseminator, ketepatan waktu IB, fisiologi betina dan kualitas semen Susilawati (2013). Umumnya program IB menggunakan semen beku dan semen cair. Penggunaan semen beku mengalami berbagai kendala yakni persentase hidup spermatozoa rendah, mahalnya tabung nitrogen dan ketersediaan nitrogen cair kurang. Penggunaan semen cair merupakan pilihan tepat untuk menggantikan semen beku akibat rendahnya kualitas dan beberapa faktor lain. Semen cair akan mengalami penurunan kualitas selama penyimpanan suhu dingin jika tidak ditambah bahan pengencer yang tepat. (Susilawati, 2011) menyatakan bahwa syarat bahan pengencer antara lain mengandung sumber energi, mencegah *cold shock*, mengandung *buffer*, bersifat isotonis, tidak bersifat *toxic* menghambat pertumbuhan bakteri dan mengandung unsur yang sifat fisik dan kimiawainya hampir sama dengan semen.

Semen segar yang telah ditampung segera dilakukan pengenceran dengan bahan pengencer untuk mempertahankan kualitas semen selama penyimpanan. Andromed merupakan pengencer komersial dasar bebas protein hewani. Bahan pengencer instan ini berupa cairan tersusun atas *aquabidest*, fruktosa, gliserol, asam sitrat, *buffer*, *phosfilipid*, *spectynomycine*, *lincomycine*, *tylocin*, dan *gentamycin* (Ihsan, 2013).

Antioksidan ialah senyawa nukleofilik yang mempunyai potensi melindungi sistem biologi akibat adanya

suatu proses atau reaksi yang merugikan dengan jalan mereduksi, memadamkan ataupun menekan reaksi radikal bebas. Antioksidan diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu (i) antioksidan seperti vitamin E, *butylated hydroxytoluene* (BHT), *butylated hydroxyanisole* (BHA), *glutathione*, berperan menghambat oksidasi melalui reaksinya dengan radikal bebas dan menghambat reaksi rantai berikutnya; (ii) zat pereduksi seperti vitamin C, asam isoaskorbat, garam natrium, berperan melawan agen oksidasi dan dapat bereaksi dengan radikal bebas; dan (iii) antioksidan sinergi seperti asam sitrat, lesitin, asam tartarat, berperan meningkatkan aktivitas antioksidan kelompok pertama melalui perannya sebagai oksidasi dengan logam berat. (Gazali dan Tambing, 2002).

Bawang putih (*Allium sativum L.*) mengandung zat antioksidan, kandungan senyawa *phenolic* merupakan senyawa kimia yang terkandung dalam bawang putih merupakan inhibitor yang kuat terhadap oksidasi lemak. *Allisin* senyawa ini menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi sari bawang putih sebesar 2% dan inaktif pada konsentrasi 5% (Sari, Wulandari dan Wardhani, 2013) dan juga diperkuat dengan pernyataan (Othman, 2011) bahwa bawang putih (*Allium sativum L.*) dan bawang merah (*Allium cepa rubra*) adalah salah satu bahan yang paling umum di Malaysia. Kedua spesies *Allium* diyakini memiliki khasiat obat termasuk antioksidan. Bawang putih mengandung minyak atsiri, yang bersifat antibakteri dan antiseptik. Bawang putih menghasilkan bau khas yang tidak sedap. Jenis senyawa yang menentukan bau khas bawang putih yaitu *allisin*. Adapun kandungan zat dalam bawang putih menurut (Ismail dan Muthalib, 2002) adalah protein 49%,

minyak yang mengandung karbohidrat 25%, lemak 22%, garam 47% dan air 6%.

Radikal bebas merupakan molekul yang sangat reaktif, karena memiliki elektron yang tidak berpasangan dalam orbit luarnya, sehingga dapat bereaksi dengan molekul sel tubuh dengan cara meningkatkan elektron dari molekul tersebut. Akibatnya dapat terjadi reaksi berantai yang dapat menghasilkan radikal bebas baru. Radikal bebas mengganggu integritas sel dan dapat bereaksi dengan komponen-komponen sel, baik komponen struktural maupun komponen fungsional (Sunita, 2003). Jumlah spermatozoa abnormal lebih tinggi pada spermatozoa yang dibekukan dibandingkan dengan spermatozoa yang disimpan selama 18 jam pada suhu konstan 2-5 °C. Kondisi ini disebabkan spermatozoa mengalami *cold shock* selama proses pendinginan yang dapat merusak membran plasma. Kerusakan membran plasma hanya menyebabkan kematian spermatozoa meskipun bentuknya normal (Hartono, 2008). Salah satu fitur utamanya adalah kolesterol sangat mempengaruhi bagian atas rantai asli lipid, membuat mereka kurang mampu untuk mengubah konformasi, sedangkan pusat bilayer menjadi lebih tidak teratur. Hasi interaksi ini meningkat kohesi membran, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan mekanis kekakuan membran dan penurunan permeabilitas membran untuk air, dan tetap harus dihitung sepenuhnya dan perilaku fase bergantung suhu dari sistem lipid / kolesterol dalam terjadinya kompleks stoikiometri spesifik dan termodinamika model pencampuran (Needham, Rashmi dan Nunn, 1990).

Sel spermatozoa terdiri dari beberapa membran kompartemen (yaitu plasma, akrosom dan membran mitokondria) dan kompetensi sel. *Flow cytometry* menawarkan

kemungkinan untuk dianalisis seribu sel dalam waktu singkat (<1 menit) dengan presisi dan tanpa persiapan yang ekstensif diperlukan untuk sperma kering. Beberapa prosedur telah digunakan (a) untuk membedakan hidup dan mati sel oleh kemampuan membran plasma utuh untuk mencegah masuknya noda ke dalam sel (b) untuk mengevaluasi fungsi mitokondria, dan (c) untuk menilai viabilitas sel. *Allium* genus termasuk 500 spesies, yang paling banyak digunakan adalah bawang (*Allium cepa*), bawang merah (*Allium cepa rubra*), bawang putih (*Allium sativum* L.), daun bawang (*Allium porrum*), daun bawang (*Allium schoenoprasum*), dan bawang merah (*Allium ascalonicum*) (Rugina, Luminita, Catalin, Stela, Maria dan Daniela, 2008).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsentrasi sari bawang putih (*Allium sativum* L.) dalam pengencer Andromed terhadap kualitas semen kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi sari bawang putih (*Allium sativum* L.) dalam pengencer Andromed terhadap motilitas individu, viabilitas, abnormalitas, integritas membran spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin.

1.4 Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan memperoleh pengencer semen dengan kualitas baik, murah dan mudah didapat serta

menjadi referensi bagi akademisi dan unit pelaksana inseminasi buatan dalam membuat pengencer.

1.5 Kerangka Pikir

Populasi kambing di Indonesia didominasi oleh kambing lokal. Kambing Boer merupakan ternak pedaging yang memiliki kualitas dan persentase karkas yang baik, namun belum banyak dternakkan di Indonesia. Peningkatan populasi dan perbaikan mutu genetik ternak dapat dilakukan dengan bioteknologi reproduksi melalui program IB (Ervandi, Susilawati dan Wahjuningsih, 2013). Penerapan IB dapat menggunakan semen cair. Semen cair merupakan semen segar yang diencerkan dan disimpan pada suhu dingin. (Susilawati, 2011) menyatakan bahwa pada proses pengenceran semen dibutuhkan pengencer yang menjamin terjadinya proses metabolisme dan respirasi spermatozoa selama proses pendinginan. Pada preservasi suhu rendah spermatozoa mengalami kerusakan bahkan kematian karena terjadi cekaman dingin (*cold shock*) (Labetubun dan Siwa, 2011).

Andromed merupakan bahan pengencer instan berupa cairan yang dapat digunakan dalam proses pembekuan semen. Andromed merupakan pengencer komersial dasar bebas protein hewani. Bahan pengencer instan ini berupa cairan yang tersusun atas *aquabidest*, *fruktosa*, *gliserol*, *asam sitrat*, *buffer*, *phosfolipid*. Andromed adalah pengencer yang dapat memberikan pengaruh terbaik terhadap persentase motilitas dan persentase hidup spermatozoa dibandingkan dengan susu skim (Munazaroh, Wahjuningsih dan Ciptadi, 2013).

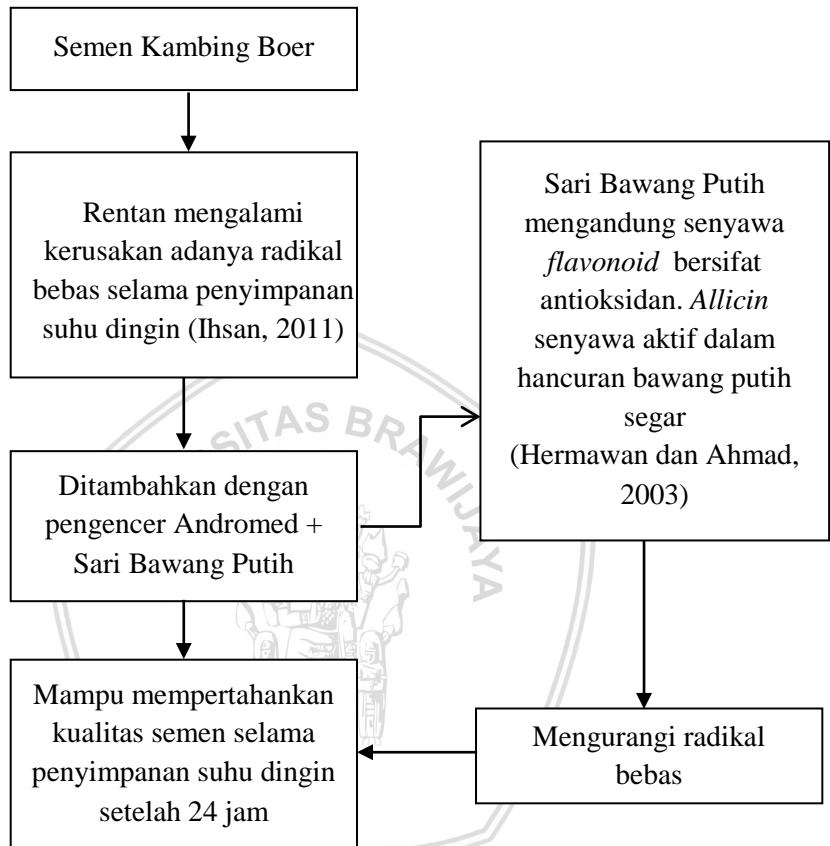
Antioksidan ialah senyawa nukleofilik yang mempunyai potensi melindungi sistem biologi akibat adanya suatu proses atau reaksi yang merugikan dengan jalan

mereduksi, memadamkan ataupun menekan reaksi radikal bebas (Gazali dan Tambing, 2002). Agar kualitas semen bisa bertahan lama, maka perlu disimpan pada suhu 5 °C. Karena pada suhu tersebut merupakan suhu optimal bagi spermatozoa untuk beradaptasi yang disebut dengan ekuilibrasi. Ismaya (2009) menyatakan bahwa penyimpanan spermatozoa cair pada suhu 0 °C–15 °C perlu ditambahkan lipid kedalam pengencer agar tidak mengalami cekaman dingin yang mengakibatkan kualitas spermatozoa menurun. Lipid merupakan bahan yang mampu menahan atau mengurangi pengaruh cekaman dingin terhadap spermatozoa. Lipid bilayer pada kekakuan membran dan penurunan permeabilitas membran untuk air, dan tetap harus dihitung sepenuhnya dan pada perilaku fasenya bergantung pada suhu dari sistem lipid atau kolesterol dalam terjadinya kompleks stoikiometri spesifik dan termodinamika model pencampuran (Needham dan Nunn, 1990).

Akibat proses adaptasi spermatozoa terhadap konsentrasi bahan pengencer dapat mengakibatkan gangguan permeabilitas membran, menurunkan aktivitas metabolisme, kerusakan sel dan lebih lanjut dapat menurunkan motilitas spermatozoa. Demikian juga proses pendinginan spermatozoa atau proses sebelum pembekuan dapat berpengaruh terhadap motilitas. Akibat perubahan suhu penyimpanan dari suhu kamar ke suhu dingin, jika dilakukan kurang hati-hati dapat mengakibatkan spermatozoa mengalami cekaman dingin (*cold shock*), karena penurunan suhu dari 15 °C ke suhu 0 °C merupakan suhu kritis (*critical temperature*) bagi spermatozoa (Ihsan, 2011).

Semen akan mengalami proses metabolisme selama penyimpanan pada suhu ruang maupun dingin. Metabolisme

semen menghasilkan salah satunya reaksi peroksidatif lipid jika bereaksi dengan radikal bebas (Zaniboni, Rizzi and Cerolini, 2006). Radikal bebas yang terdapat pada spermatozoa ditandai dengan meningkatnya *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Sikka, 2004). Susilowati (2008) menyatakan bahwa produksi ROS yang berlebihan tidak mampu dinetralisir oleh sistem pertahanan, sehingga antioksidan pada spermatozoa atau plasma seminalis dapat menyebabkan kerusakan asam lemak, khususnya asam lemak poli tak jenuh yang disebut lipid peroksidase. Lipid peroksidase merupakan komponen penting dari fosfolipid penyusun membran spermatozoa yang menyebabkan penurunan motilitas dan kematian spermatozoa. Terbentuknya radikal peroksida lipid dapat ditekan oleh antioksidan (Suyadi, dkk., 2017). Kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.6 Hipotesis

Penambahan berbagai macam konsentrasi sari bawang putih (*Allium sativum L.*) dalam pengencer Andromed mampu mempertahankan kauliatas semen kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kambing Boer

Kambing Boer merupakan kambing yang berasal dari Afrika dan banyak dikembangkan di beberapa negara maju karena mempunyai produktivitas tinggi (Nasich, 2010). Kambing Boer memiliki konformasi tubuh yang baik, laju pertumbuhan yang cepat dan kualitas karkas yang baik. Kambing boer telah dikembangkan di Indonesia dengan cara melakukan persilangan (Adhianto, Ngadiyono, Kustantinah dan Budisatira, 2012).

Pejantan kambing Boer yang bagus memiliki warna tubuh ideal, yaitu dengan warna merah dibagian kepala, namun adanya sedikit warna merah dibagian lain masih bisa diterima. Pejantan memiliki konformasi tubuh tegap, kaki kokoh, dengan otot yang bagus pada paha dan seperempat belakang menunjukkan tipe penghasil karkas yang baik. Berat badan kambing jantan umur tujuh bulan 40-50 kg, umur 12 bulan 50-70 kg dan dewasa 90-130 kg (Sue dan Patrick, 2001). Volume semen kambing cukup tinggi yaitu 1,2-2,03 ml/ejakulat. Dengan konsentrasi spermatozoa kambing Boer sebesar 2575,70 juta/ml (Mahmilia dan Dolosaribu, 2006). Kambing Boer memiliki ciri antara lain telinga panjang, memiliki gelambir tipis, tanduk melengkung dan warna bulu bervariasi (Parasmawati, Suyadi dan Wahjuningsih, 2012).

Kambing Boer memiliki tampilan reproduksi yang baik dan kemungkinan dapat 3 kali dalam waktu 2 tahun (Parasmawati dkk., 2012). Pejantan kambing Boer dewasa berumur 2-3 tahun dapat mengawaini 30-40 betina dan dapat mengawini hingga 7-8 tahun (Ihsan, 2010). Penampungan

semen kambing dapat dilakukan ketika pejantan berumur 7 bulan (Susilawati, 2011).

2.2 Semen Kambing Boer

Semen merupakan cairan yang dihasilkan dari ejakulasi kelamin jantan terjadi secara normal yang berisi plasma semen dan spermatozoa (Anonimus, 2014). Plasma semen merupakan hasil sekresi dari kelenjar vesikularis dan kelenjar asesoris lainnya, plasma semen berfungsi sebagai medium perjalanan spermatozoa dari saluran reproduksi jantan menuju saluran reproduksi betina selama ejakulasi. Plasma semen kambing pada umumnya berwarna putih kekuningan, hal ini disebabkan karena adanya riboflavin yang disekresikan oleh kelenjar vesikularis (Ihsan, 2010). Sistem reproduksi ternak kambing jantan memiliki kelenjar tambahan yaitu *vesicular seminalis*, *prostate*, *cowper*, dan kelenjar-kelenjar uteralis. Seminal plasma bertugas sebagai *buffer* dan memelihara spermatozoa. (Susilawati, 2011) menyatakan bahwa bentuk spermatozoa yang sempurna adalah sel yang memanjang terdiri dari kepala yang tumpul dan didalamnya terdapat inti atau nukleus, dan ekor yang mengandung apparatus untuk pergerakan sel. Spermatozoa pada masing-masing spesies mempunyai ukuran yang berbeda, namun bentuknya hampir sama. Morfologi spermatozoa berpengaruh dalam penentuan fertilitas, apabila abnormalitas spermatozoa lebih dari 20% maka akan dianggap serius karena dapat menyebabkan penurunan fertilitas dan tidak bisa digunakan untuk IB (Ax, Dally, Didion, Lenz, Love, Varner, Hafez and Bellin, 2008).

Pemeriksaan kualitas semen kambing Boer meliputi pemeriksaan secara makroskopis yaitu volume, warna, pH dan

konsistensi, sedangkan pemeriksaan secara mikroskopis yaitu: motilitas massa, motilitas individu, viabilitas spermatozoa, abnormalitas spermatozoa dan konsentrasi (Susilawati, 2013). Pemeriksaan makroskopis semen kambing Boer diantaranya: volume normal semen kambing Boer antara 0,6-1,5 ml. Volume semen segar dapat diketahui dengan melihat langsung tabung penampungan berskala. Volume dan konsentrasi semen setiap ejakulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya spesies, umur, lingkungan, temperatur lingkungan, bangsa ternak, frekuensi penampungan, kondisi pakan dan kesehatan (Jaenudeen, Wahid *and* Hafez, 2008).

Warna, konsistensi dan konsentrasi berkaitan satu sama lainnya. Bila warna semakin pudar, maka konsentrasi spermatozoa semakin menurun dan semen akan semakin encer. Warna semen kambing Boer beragam dari warna krem, putih susu, putih dan kuning dengan konsistensi kental sampai encer. Namun demikian, dari hasil pengamatan diperoleh bahwa warna semen kambing Boer adalah krem sebanyak 66,7% putih susu 31,7% dan yang paling sedikit adalah warna kuning 1,6% dengan konsistensi 87% kental dan 13% encer. Keadaan yang demikian menunjukkan bahwa konsentrasi spermatozoa kambing Boer cukup tinggi (Mahmilia dkk., 2006). Ciri utama spermatozoa adalah motilitas yang digunakan sebagai patokan paling sederhana dalam penilaian kualitas semen. Persentase spermatozoa (bergerak progresif) dapat digunakan sebagai ukuran kesanggupan untuk membuahi ovum. Motilitas dipengaruhi oleh umur spermatozoa dan maturasi spermatozoa.

Konsentrasi spermatozoa kambing Boer yaitu 2,975 juta spermatozoa/ml jauh lebih rendah dibanding dengan kambing Kacang yaitu 3,893 juta spermatozoa/ml, secara

statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Perbedaan konsentrasi spermatozoa ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaannya (Pamungkas dkk., 2008). Karakteristik semen kambing Boer memiliki warna semen beragam dari warna krem, putih susu, putih dan kuning dengan konsentrasi kental sampai encer. Motilitas spermatozoa dipengaruhi oleh umur spermatozoa, maturasi spermatozoa dan penyimpanan energi (ATP), agen aktif, biosofik dan fisiologik, cairan suspensi dan adanya rangsangan atau hambatan (Garner dan Hafez, 2008).

2.3 Pengenceran Semen

Pengenceran semen merupakan upaya untuk menjaga kelangsungan hidup spermatozoa selama masa penyimpanan baik pada kondisi penyimpanan suhu dingin ataupun suhu beku, memperbanyak volume semen dan mengurangi kepadatan spermatozoa (Ridwan, 2008). Pengenceran semen bertujuan untuk mendapatkan jumlah semen yang lebih banyak sebelum digunakan IB dan mempertahankan kualitas semen sebelum disemprotkan ke dalam alat reproduksi betina. Pengenceran semen tergantung pada volume semen yang didapat, konsentrasi semen dan persentase spermatozoa hidup dan bergerak progresif serta dosis semen untuk diinseminasikan (Ax, Dally, Didion, Lenz, Love, Varner, Hafez dan Beliin, 2008).

Semen segar yang telah ditampung segera dilakukan pengenceran dengan bahan pengencer yang dapat melindungi dan mempertahankan kualitas semen selama penyimpanan (Ihsan, 2013). Kualitas semen cair menurun selama penyimpanan pada suhu ruang, untuk menekan penurunan kualitas semen maka ditambahkan pengencer yang sesuai

dengan keadaan semen (Maulana, Isnaini dan Wahjuningsih, 2016). Bahan pengencer yang digunakan untuk pengenceran semen harus memiliki syarat untuk mempertahankan kehidupan spermatozoa, diantaranya: pengencer harus mempunyai nutrisi sebagai sumber energi, dapat melindungi terhadap efek bahaya pendinginan yang cepat, bersifat *buffer*, melindungi sel spermatozoa selama pembekuan yaitu krioprotektan, tidak beracun dan mempunyai daya preservasi tinggi serta mengandung unsur yang sifat fisik dan kimiawinya hampir sama dengan semen (Susilawati, 2013).

Andromed mengandung protein, karbohidrat (fruktosa, glukosa, manosa, dan maltotriosa), mineral (natrium, kalsium, kalium, magnesium, klorida, fosfor, dan mangan), asam sitrat, gliserol, lemak, lesitin dan gliserilfosforil kolin (GPC) (Lestari, Ihsan dan Isnaini, 2014). Perbedaan kandungan pengencer menyebabkan perbedaan kandungan nutrisi yang terdapat dalam pengencer, pengencer yang lengkap dan sesuai dengan keadaan spermatozoa, maka dapat mempertahankan kehidupan spermatozoa lebih lama (Dwatmadji, dkk., 2007).

2.4 Penyimpanan Semen

Penyimpanan semen bertujuan untuk mengoptimalkan jangka waktu penggunaan semen pejantan unggul dan penyebaran bibit unggul ditempat yang membutuhkan. Metode penyimpanan spermatozoa ada tiga yaitu pada suhu kamar, suhu ruang, suhu dingin dan suhu beku (Fauzi, Rachmawati dan Pramono, 2001). Penyimpanan semen pada suhu dingin dalam refrigerator merupakan salah satu alternatif guna memperpanjang daya hidup spermatozoa (Indriani, Susilawati dan Wahjuningsih, 2013). Solihati, Idi, Setiawan, Asmara dan

Sujana (2006) menyatakan bahwa usaha mempertahankan menyimpan semen pada suhu 4-5 °C dengan maksud penghambatan terhadap aktivitas metabolisme baik secara fisik maupun kimia dalam kecepatan yang rendah. Penyimpanan semen pada suhu 4-5 °C biasa dinamakan semen cair. Dalam bentuk semen cair, semen ejakulat dapat disimpan selama empat hari dengan motilitas lebih dari 40% sehingga masih layak digunakan untuk IB (Yulnawati dan Setiadi, 2005).

Penyimpanan semen didalam refrigerator pada suhu 5 °C dapat dilakukan dengan metode *water jacket*. *Water jacket* yaitu penambahan air pada *beaker glass* sebagai tempat menaruh tabung reaksi yang sudah berisi semen seudah diencerkan. Penyimpanan dengan bantuan media air, menciptakan lingkungan mikro yang stabil sehingga mampu beradaptasi terhadap perubahan suhu drastis yang dapat mengakibatkan *cold shock*. *Water jacket* yaitu penyimpanan spermatozoa di dalam refrigerator dengan penambahan air suhu 30 °C pada *beaker glass* sebagai tempat menaruh tabung reaksi yang sudah berisi semen (Indriani dkk., 2013). Penyimpanan dengan pertambahan air mampu menciptakan kondisi lingkungan mikro yang stabil sehingga semen mampu beradaptasi terhadap perubahan suhu drastis yang mengakibatkan *cold shock* (Yusuf, Arifianti dan Mukyadi, 2006). Susilawati (2013) menyatakan bahwa proses pendinginan semen cair yaitu semen yang telah ditampung diuji kualitasnya, apabila motilitas individu lebih dari 70% dapat diproses lebih lanjut. Pengencer yang telah ditentukan dimasukkan dalam air hangat 37%. Semen diencerkan sampai konsentrasi spermatozoa menjadi 100 juta/ml, kemudian

dimasukkan kedalam straw dan bisa langsung digunakan untuk IB, semen cair ini dapat digunakan selama tiga hari.

2.5 Pengencer Andromed

Pengencer semen komersial yang tidak mengandung kuning telur adalah Andromed. Pengencer semen komersial ini tidak terkontaminasi mikroorganisme yang berasal dari kuning telur serta mudah penanganan dan waktu penyimpanan. Andromed merupakan suatu medium tanpa kuning telur untuk semen beku dan cair yang mempunyai angka fertilitas tinggi. Andromed mengandung protein, karbohidrat (fruktosa, glukosa, manosa, dan maltotriosa), mineral (natrium, kalsium, kalium, magnesium, klorida, fosfor, dan mangan), asam sitrat, gliserol, lemak, lesitin dan gliserilfosforil kolin (GPC). Syarat pengencer yaitu dapat menyediakan sumber energi, bersifat *buffer* untuk mencegah perubahan pH yang dapat membunuh spermatozoa akibat terbentuknya asam laktat. Pengenceran semen diperlukan untuk bisa melakukan lebih banyak IB dari satu ejakulasi dan untuk mempertahankan daya fertilitas pada saat penyimpanan (Lestari, 2014).

Perubahan kualitas pada semen akibat adanya perubahan kondisi semen sejak diencerkan. Spermatozoa memerlukan proses adaptasi, akibat dari lingkungan dan suasana baru (penambahan pengencer), sehingga pengencer yang ditambahkan akan sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan aktivitas metabolisme spermatozoa. Pengencer yang cocok bagi spermatozoa akan mampu memberikan energi bagi spermatozoa dan mempertahankan spermatozoa untuk hidup lebih lama, demikian sebaliknya bila pengencer tersebut kurang cocok akan dapat ditunjukkan dengan banyaknya

spermatozoa yang memiliki daya gerak atau motilitas menurun bahkan sampai dapat menyebabkan kematian (Ihsan, 2011).

2.6 Antioksidan

Antioksidan merupakan penghambat dan pencegahan proses fosforilasi yang terjadi kepada spermarozoa. Pada proses pembekuan semen, masalah yang sering timbul adalah rusaknya membran plasma spermatozoa akibat terbentuknya perioksidasi lipida. Keadaan ini terjadi karena membran spermatozoa banyak mengandung asam lemak tak jenuh yang sangat rentan terhadap kerusakan perioksidasi. Spermatozoa mamalia kaya akan asam lemak tidak jenuh dan bersifat sangat mudah terkena ROS (*reactive oxygen species*) yang dapat mengakibatkan penurunan motilitas spermatozoa dan meningkatkan kerusakan morfologi yang berpengaruh terhadap kapasitas sperma dan reaksi akrosom. Perioksidasi lemak pada membran plasma merupakan mekanisme kunci dari ROS yang mengakibatkan kerusakan spermatozoa dan infertilitas, kecuali itu peroksidasi lemak dapat merusak DNA dan protein. Glutathione adalah antioksidan primer yang bekerja dengan cara mencegah pembentukan radikal bebas baru. Antioksidan ini mengubah radikal bebas yang ada menjadi molekul yang kurang mempunyai dampak negatif. Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sifatnya sangat tidak stabil karena mempunyai satu elektron atau lebih yang tidak berpasangan, sehingga untuk memperoleh pasangan elektron, senyawa ini bereaksi dengan atom atau molekul lain seperti asam lemak tidak jenuh, protein, asam nukleat atau lipopolisakarida yang berakibat akan menimbulkan senyawa yang tidak normal. Presentase menurun setelah semen cair disimpan selama lebih dari empat hari. Salah satu

penyebabnya adalah radikal bebas yang dapat merusak sel spermatozoa. Glutathione adalah antioksidan penting yang dapat memproteksi mitokondria dari kerusakan karena adanya radikal bebas. Glutathione dapat mengontrol homeostatic baik di dalam maupun di luar sel. Glutathione adalah antioksidan sulfhydryl (-SH), antioksin dan kofaktor enzim (Triwulanningsih, 2003).

Quercetin (QR) adalah flavonoid yang berasal dari tumbuhan yang ditemukan dalam buah-buahan, sayur-sayuran, daun dan biji-bijian yang memiliki antioksidan dan bertindak sebagai radikal bebas (Kang, 2011). Quercetin merupakan antioksidan yang kuat dan telah terbukti mengurangi stress oksidatif dalam pengobatan jangka panjang streptozotocin (STZ). Antioksidan memiliki efek yang signifikan terhadap spermatogenesis, biologi sperma dan stres oksidatif dan perubahan kapasitas antioksidan yang dianggap terlibat dalam patogenesis diabetes mellitus kronis. Bahwa quercetin memiliki efek menguntungkan yang signifikan terhadap viabilitas sperma, motilitas, testosteron total serum dan bisa efektif untuk menjaga parameter spermatozoa yang sehat (Khaki, 2010).

2.7 Sari Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Bawang putih merupakan salah satu bumbu dapur yang sangat lazim digunakan didalam digunakan dalam masakan dan tidak menimbulkan perubahan cita rasa. Kemampuan bawang putih sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan jumlah bakteri dan sari bawang putih yang dilarutkan dalam air bersifat antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. Bawang putih dapat

menghambat pertumbuhan koloni bakteri patogen *Salmonella typhimurium* (Syifa, Bintari, Dewi, 2013).

Kemampuan bawang putih dalam meningkatkan daya tahan tubuh dan menyembuhkan berbagai jenis penyakit pada manusia dan hewan vertebrata telah banyak diteliti, diduga karena mengandung berbagai macam zat yang mempunyai daya antibakteria dan antiseptik, diantaranya adalah zat *allisin* dan *scordinin*. Disamping *allisin*, *scordinin*, bawang putih mengandung *ajoene* serta senyawa *flavonoid* dimana senyawa-senyawa tersebut bersifat antioksidan. *Allisin* merupakan salah satu senyawa aktif yang terdapat didalam hancuran bawang putih segar. (Hernawan dan Ahmad, 2003).

Pada saat umbi bawang putih diiris-iris dan dihaluskan dalam proses pembuatan ekstrak atau bumbu masakan, enzim *allinase* menjadi aktif dan menghidrolisis *alliin* menghasilkan senyawa intermediet asam *allil sulfenat*. Kondensasi asam tersebut menghasilkan *allisin*, asam piruvat, dan ion NH_4^+ . Satu miligram *alliin* ekuivalen dengan 0,45 mg *allisin* (Zhang, 1999). Pemanasan dapat menghambat aktivitas enzim *allinase*. Pada suhu di atas 60 °C, enzim ini inaktif (Song dan Milner, 2001).

Umbi bawang putih mengandung senyawa organosulfur yang bersifat antioksidan, sehingga sering dimanfaatkan sebagai bahan obat, baik dikonsumsi secara langsung maupun dalam bentuk minyak. Salah satu senyawa organosulfur dalam bawang putih yang dapat berperan sebagai antioksidan adalah senyawa *allyl sulfide* (Chung, 2006). Metode yang paling memungkinkan untuk memperoleh *allyl sulfide* yang tinggi adalah destilasi air. Di dalam umbi bawang putih terkandung asam amino (glutamil, sistein) dan minyak atsiri (*alliin*). Asam amino merupakan senyawa yang akan

diubah menjadi *alliin* melalui reaksi enzimatik (Zhang, 1999). Gangguan mekanis pada umbi bawang putih, seperti pemotongan atau penggerusan, akan mengaktifkan *alliinase* sehingga *alliin* diubah menjadi *allicin*. *Allicin* akan diubah menjadi berbagai turunan *allyl sulfide* melalui proses pemanasan yang terjadi di dalam medium air (Song and Milner, 1999). Melalui metode destilasi air, umbi bawang putih akan dihancurkan dan dipanaskan dalam medium air sehingga akan memfasilitasi perubahan *alliin* dalam umbi bawang putih menjadi berbagai senyawa turunan *allyl sulfide* (Yusuf dan Candraningsih, 2017).

2.8 Radikal Bebas

Radikal bebas dapat menyebabkan reaksi berantai, yang akan terus berlanjut sampai radikal bebas lain atau sistem antioksidan tubuh. Radikal bebas terbuat oleh tubuh dimana pada umumnya sebagai redoks biokimiawi yang mengakibatkan oksigen sebagai bagian dari metabolisme sel normal. Radikal bebas atau senyawa reaktif (*Reactive Oxygen Species*) didefinisikan sebagai molekul atau senyawa yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan, maka radikal bebas menjadi sangat reaktif, dapat menyebabkan kerusakan atau kematian sel (Wijaya, 1996).

Berbagai proses biologis dapat menjadi modulator pembentukan ROS oleh spermatozoa, diantaranya kerusakan mekanik pada membran spermatozoa dan terpisahnya plasma seminalis dari spermatozoa. ROS dalam konsentrasi normal diperlukan sebagai mediator penting terhadap fungsi spermatozoa dan terlibat dalam induksi hiperaktivasi, kapasitas, dan reaksi akrosom serta fusi spermatozoa dengan sel telur. Namun, bila produksi ROS berlebihan dan tidak

mampu dinetralisir oleh sistem pertahanan, antioksidan yang ada spermatozoa atau plasma seminalis dapat menyebabkan kerusakan asam lemak, khususnya asam lemak poli tak jenuh yang dikenal dengan lipid peroksidase yang merupakan komponen penting dari fosfolipid penyusun membran spermatozoa, selanjutnya menyebabkan penurunan motilitas, dan kematian spermatozoa (Eka, 2012).

2.9 Lipid Bilayer

Radikal bebas adalah molekul-molekul reaktif yang mempunyai elektron tidak berpasangan dan dapat merusak membran sel, termasuk membran lisosom, sehingga enzim lisosom menjadi bebas dan merusak bagian – bagian sel yang lain. Radikal bebas menjadi tidak reaktif bila menerima Hidrogen, untuk itu diperlukan bahan yang bisa memberikan donir hidrogen untuk membuat radikal bebas tersebut menjadi tidak reaktif (Fitriani, 2008). Radikal bebas tidak mempunyai pasangan elektron, sehingga radikal bebas tersebut akan bebas di dalam tubuh dan berusaha untuk mencapai kestabilan dengan berikatan dengan molekul di dekatnya. Ikatan antara radikal bebas dengan molekul terdekat mengakibatkan kerusakan struktur molekul tersebut (Pradana, Muwarni dan Winarso, 2013). Kerusakan membran sel oleh radikal bebas terjadi melalui rangkaian proses ikatan kovalen antara radikal bebas dengan komponen-komponen membran, oksidasi gugus tiol pada komponen membran oleh radikal bebas dan reaksi peroksidasi lipid PUFA (Halliwell and Gutteridge, 2007).

Perubahan pada lapisan lipid bilayer terhidrasi sebagian besar terjadinya proses penyimpanan dari suhu ruang ke suhu dingin pada akhirnya menyebabkan rusaknya membran plasma spermatozoa (Bhojoo, 2017). Stress oksidatif

adalah suatu kondisi dimana terjadi peningkatan kerusakan seluler yang disebabkan oleh oksigen dan *oxygen-derived oxidants* yang lebih dikenal sebagai ROS. Proses ini adalah hasil dari ketidak seimbangan antara produksi dan eliminasi ROS, dimana terjadi peningkatan pembentukan ROS tanpa diimbangi oleh eliminasinya oleh antioksidan dalam tubuh. Pembentukan ROS adalah proses fisiologi tubuh ,namun apabila terjadi peningkatan yang berlebihan maka akan dapat berpengaruh negatif terhadap tubuh. Stress oksidatif juga dapat merusak integritas DNA pada nukleus spermatozoa. Kerusakan DNA ini pada akhirnya akan menginduksi terjadinya apoptosis sel yang pada akhirnya menyebabkan turunnya jumlah spermatozoa (Quratul' aini, 2006).

2.10 Uji Hypo Osmotic Swelling Test (HOST)

Reaksi akrosom sperma (AR) adalah kalsium tergantung acara *exocytotic* yang dibutuhkan untuk mamalia. Reaksi akrosom memudahkan penetrasi zona pelusida oleh spermatozoa dan penggabungan selanjutnya dari membran plasma spermatozoa dengan oosit itu. Ejakulasi spermatozoa membutuhkan serangkaian perubahan persaiapan agar bisa menjalani reaksi akrosom perubahan fisiologis ini adalah secara kolektif disebut kapasitasi dan melibatkan primer modifikasi membran. Kapasitansi terjadi baik in vivo, selama perjalanan spermatozoa melalui saluran kelamin femital, atau in vitro selama inkubasi spermatozoa dicuci dibawah kondisi yang tepat. Sel sperma terdiri dari bebrapa membran kompartemen (yaitu plasma, akrosom, dan membran mitokondria) dan kompetensi sel mengharuskan masing-masing kompartemen membran ini utuh (Rugina, Luminita,Catalin, Stela, Maria, dan Daniela 2008).

Antioksidan dikenal untuk mencegah spesies oksigen reaktif (ROS) kerusakan peroksidatif pada lipida membran plasma selama penyimpanan hipotermia spermatozoa mamalia. ROS juga mempengaruhi interaksi protein lipid, sehingga mengurangi integritas membran dan protein lapisan ganda. Antioksidan mencegah kerusakan ini dengan ROS. Motilitas, viabilitas, peroksidasi lipid (LPO) dan di uji pembengkakan *Hypo Osmotic Swelling Test* (HOST) (Paul, Kumar dan Naqvi, 2017).

Integritas membran spermatozoa adalah keutuhan membran spermatozoa atau suatu keadaan yang menunjukkan mekanisme fungsi fisiologis membran tetap terjaga sebagai kontrol terhadap sistem transport, motilitas dan viabilitas spermatozoa mempengaruhi fungsi integritas membran spermatozoa dalam ejakulasi spermatozoa yang mengalami kerusakan membran tidak dapat menunjukkan pembengkakan dibawah kondisi *hyposmotic* (Esteves, Sharma, Thomas and Agarwal, 2000).

Evaluasi integritas membran plasma digunakan uji *Hyposmotic Swelling Test* (HOST) dalam larutan *hypo osmotik* cairan masuk ke dalam sel melalui membran plasma spermatozoa untuk usaha mencapai keseimbangan antara ruang intraseluler dan ekstraseluler secara fungsional membran spermatozoa utuh mulai mengalami pembengkakan. Pembengkakan berperan penting untuk menggulung dan invaginasi, perubahan ekor dengan jelas kelihatan dibawah mikroskop cahaya, spermatozoa menunjukkan pembengkakan atau HOS reaktif (HOS+) hal ini menandakan membran spermatozoa yang utuh sedangkan membran spermatozoa yang fungsinya mengalami kerusakan tidak mengalami pembengkakan dan ekor tidak terjadi invaginasi atau

menggulung disebabkan rusaknya ultrastruktur biokimia dan fungsi membran (Jayendran, Van Der Ven, Pelaez, Crabo and Zaneveld, 1984).





BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19 Maret 2018 sampai dengan 28 April 2018 di Laboratorium Lapang Sumber Sekar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya untuk penampungan semen kambing dan evaluasi kualitas semen

3.2 Materi Penelitian

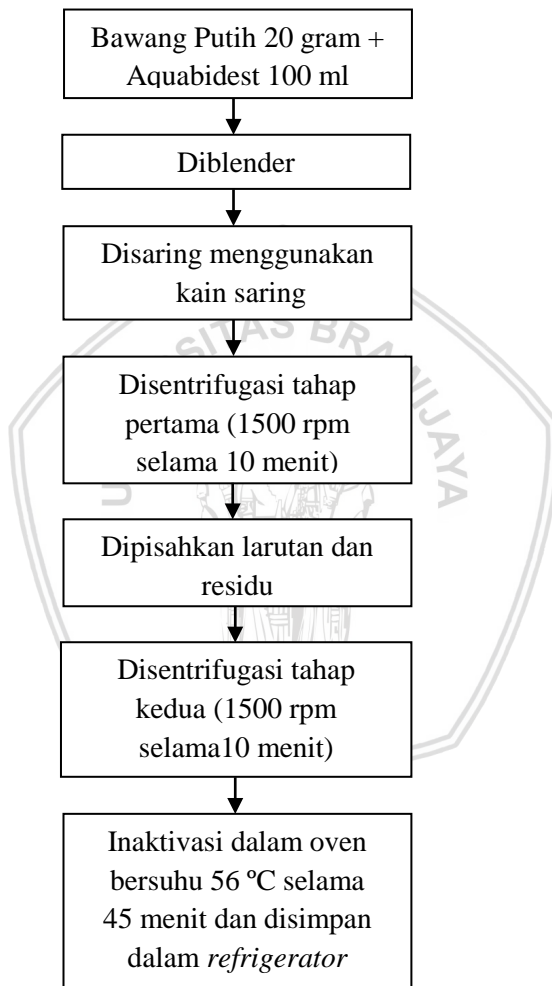
Materi penelitian ini menggunakan semen segar kambing Boer yang memiliki standar minimal motilitas individu 70% dan motilitas massa ++ dari 3 ekor kambing dengan poel 1-2 pasang yang memiliki bobot badab berkisar 55-60 kg dipelihara di Laboratorium Lapang Sumber Sekar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

Media pengencer Andromed diperoleh dari Laboratorium Lapang Sumber Sekar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya dan sari bawang putih (*Allium sativum* L.) dibuat sendiri. Jenis bawang putih yang dipakai yaitu jenisnya bawang putih lokal. Semen segar dikoleksi satu minggu dua kali dengan menggunakan vagina buatan. Bahan yang dibutuhkan untuk evaluasi kualitas semen yaitu eosin-negrosin yang berfungsi sebagai zat warna pada perhitungan viabilitas, NaCl fisiologis 0,9 % untuk menghitung konsentrasi semen, larutan HOST (*Hypoosmotic Swelling Test*) untuk mengetahui integritas membran spermatozoa.

3.2.1 Pembuatan Sari Bawang Putih (*Allium sativum L.*)

- Bahan yang digunakan: bawang putih sebanyak 20 gr dan aquabides 100 ml dengan perbandingan 1:5.
- Alat: Blender, timbangan, pisau, tabuang reaksi, gelas ukur 100 ml dan kain saring.
- Cara pembuatan:
 1. Dipersiapkan alat dan bahan
 2. Bawang putih dikupas dipisahkan dari kulitnya.
 3. Bawang putih dan aquabides dimasukkan diblender. Kemudian diblender hingga hancur selama 2-3 menit sampai menjadi jus.
 4. Jus kemudian disaring menggunakan kain saring hingga diperoleh larutan sari bawang putih dan dimasukkan kedalam tabung reaksi.
 5. Sari bawang putih disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 1500 rpm kemudian dipisahkan larutan dan residunya.
 6. Disentrifugasi tahap kedua dengan waktu dan kecepatan yang sama kemudian dipisahkan larutan dan residunya.
 7. Kemudian dilakukan inaktivasi dalam oven bersuhu 56 °C selama 45 menit.
 8. Disimpan pada suhu dingin dalam *refrigerator* (Suyadi, Wahjuningsih dan Wara, 2015).

Alur pembuatan sari bawang putih (*Allium sativum L.*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur pembuatan Sari Bawang Putih (*Allium sativum L.*)

3.2.2 Pembuatan Pengencer Andromed

- Bahan pengencer Andromed ml dan aquabides 16 ml dengan perbandingan 1:4.
- Alat : Pipet, geals ukur 20 ml dan *refrigerator*.
- Cara Pembuatan:
 1. Andromed dan aquabides diambil menggunakan pipet dimasukan kedalam tabung reaksi
 2. Andromed yang telah ditambahkan aquabides dihomogenkan hingga sampai tercampur.
 3. Kemudian disimpan dalam *refrigerator* pada suhu 4-5 °C.

3.2.3 Pembuatan Pengencer Perlakuan

- Bahan yang digunakan sari bawang putih dan pengencer Andromed.
- Alat: Mikro pipet, tabung reaksi dan rak tabung reaksi.
- Cara Pembuatan:
 1. Disiapkan alat dan bahan.
 2. Diambil pengencer Andromed menggunakan mikro pipet, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berjumlah 4 perlakuan.
 3. Pengencer perakuan: P0:SBP 0%+Andromed 100%
P1:SBP 1%+Andromed 99%
P2:SBP 2%+Andromed 98%
P3: SBP 3%+Andromed 97%

3.2.4 Penampungan Semen Kambing Boer

Semen kambing Boer ditampung sebanyak dua kali dalam satu minggu menggunakan vagina buatan khusus kambing yang temperaturnya dijaga pada suhu 40-50 °C

(Susilawati, 2013) dan dilaksanakan pada pagi hari antara pukul 08-09.30 WIB . Vagina buatan dipersiapkan dengan memasang iner liner dan diisi dengan air suhu 30-40% °C hingga penuh, selanjutnya 2/3 bagian iner liner diolesi vaselin untuk memudahkan penis masuk kedalam vagina buatan. Penampungan semen diawali dengan mempersiapkan kambing betina sebagai *teaser* dikandang jepit, selanjutnya pejantan diarahkan menuju kambing *teaser*. Dilakukan *false mounting* sebanyak tiga kali untuk meningkatkan libido dari pejantan dan untuk meningkatkan volume semen segar yang dihasilkan. *False mounting* dilakukan dengan cara menarik tali pengikat pejantan kearah belakang saat pejantan mulai menaiki *teaser*. Pada saat pejantan mulai eraksi, maka penis kambing tersebut diarahkan kedalam tabung vagina buatan yang dikendalikan oleh petugas. Vagina buatan dilengkapi dengan *tube* spermatozoa yang dibungkus dengan aluminium foil agar terlindung dari kontak langsung dengan matahari. Semen yang telah tertampung selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dievaluasi.

3.2.5 Lama Penyimpanan

Semen yang sudah diencerkan, kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi sesuai dengan lama simpan perlakuan. Tabung-tabung reaksi yang telah berisi semen disusun pada tabung tabung reaksi yang telah berisi semen pada rak tabung reaksi dan kemudian semen tersebut disimpan pada suhu 5 °C selama 24 jam didalam *refrigerator*, kemudian diamati persentase motilitas, viabilitas, abnormalitas dan integritas membran.

3.2.6 Pengenceran Semen

Semen yang di koleksi dari penampungan segera dilakukan pemeriksaan secara makroskopis dan mikroskopis. Pemeriksaan makroskopis adalah pemeriksaan dengan mata tentang kebersihan semen tanpa terkontaminasi kotoran, darah atau cairan bening. Warna dan konsistensi atau tingkat kekeruhan semen secara visual dapat menunjukkan kepadatan semen, pH semen dan volume (Surachman, Herdis, Yulnawati, Rizal dan Maheshwari, 2009). Sedangkan untuk pemeriksaan mikroskopis adalah pemeriksaan dengan menggunakan mikroskop dan diperiksa mengenai konsentrasi semen, daya hidup spermatozoa hidup (%) dan daya hidup spermatozoa motil progresif (%) (Surai, Kostjuk, Wishart, Macpherson, Speake, Noble, Ionof dan Kutz, 1998). Demikian juga proses pendinginan spermatozoa atau proses sebelum pembekuan dapat berpengaruh terhadap motilitas. Akibat perubahan suhu penyimpanan dari suhu kamar ke suhu dingin, jika dilakukan kurang hati-hati dapat mengakibatkan spermatozoa mengalami cekaman dingin (*cold shock*), karena penurunan suhu dari 15 °C ke suhu 0 °C merupakan suhu kritis (*critical temperature*) bagi spermatozoa (Ihsan, 2011).

Sari bawang putih dengan etanol pada suhu dibawah 0 °C, akan menghasilkan *alliin*. Sari bawang putih dengan etanol dan air pada suhu 25 °C akan menghasilkan *aliisin* dan tidak menghasilkan *alliin*. Sedangkan sari bawang putih dengan metode distilasi uap (100 °C) menyebabkan seluruh kandungan *alliin* berubah menjadi senyawa *alliil sulfida*. Oleh karena itu proses tersebut perlu dilakukan pada suhu kamar (Hernawan dan Ahmad, 2003).

Semen segar yang telah diamati kualitas makroskopis dan mikroskopis dibagi ke dalam 12 tabung reaksi yang telah

diletakkan di dalam *water jacket* dengan suhu 37 °C menggunakan mikro pipet. Setiap tabung reaksi berisi 0,05 ml semen segar. Semen segar diencerkan dengan pengencer Andromed yang telah disuplementasi dengan sari bawang putih (*Allium sativum L.*) dengan kadar 0%, 1%, 2%, 3% dari pengencer ke dalam masing-masing tabung reaksi yang berisi 5 ml pengencer Andromed. Pengenceran V_{A1} dilakukan pada suhu 37 °C, sedangkan untuk pengenceran V_{A2} dibagi menjadi 4 tahap yaitu pada suhu 30 °C, 25 °C, 20 °C, dan 12 °C. Setelah itu, diinkubasi dalam suhu dingin selama 15 menit sebelum dilakukan evaluasi semen setelah pengenceran.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) diamati dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Perlakuan utama adalah penambahan kadar Sari Bawang Putih (SBP) dalam pengencer Andromed. Perlakuan penelitian ini sebagai berikut:

➤ **Konsentrasi Sari Bawang Putih:**

P0: SBP 0% + Andromed 100%

P1: SBP 1% + Andromed 99%

P2: SBP 2% + Andromed 98%

P3: SBP 3% + Andromed 97%

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh selama penelitian dianalisis ragam berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan bila terdapat perbedaan perlakuan terhadap variabel yang diamati dilanjutkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Dengan

model matematis untuk RAL menurut Steel dan Torie (1993) adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ijk}** : Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
 μ : Nilai tengah umum
 τ_i : Pengaruh perlakuan ke-i
 ϵ_{ij} : Galat percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

3.5 Variabel Pengamatan

Semen dinilai kualitasnya berdasarkan sifat-sifat makroskopis dan mikroskopis (*variabel standard*) meliputi motilitas individu, viabilitas, abnormalitas dan integritas membran.

3.5.1 Pemeriksaan Makroskopis Semen

a. Volume

Volume semen setiap penampungan dapat dilihat langsung pada tabung penampungan berskala (Susilawati, 2013).

b. pH

pH diamati dengan cara mengambil semen dengan ose dan diletakkan pada kertas lakmus, kemudian ditunggu perubahan warna dan dicocokkan dengan indikator warna yang ditetapkan (Garner and Hafez, 2008).

c. Warna

Warna semen dilihat langsung dari tabung penampungan. Semen segar yang norma; berwarna putih susu atau krem keputihan (Husin, Suteky dan Kususiya, 2017).

d. Bau

Semen dengan keadaan normal umumnya mempunyai bau yang khas disertai bau hewan tersebut (Suyadi, dkk., 2017).

e. Konsistensi

Konsistensi diamati dengan menggoyangkan tabung penampung yang berisi semen. Konsistensi berkorelasi dengan konsentrasi spermatozoa (Susilawati, 2013).

3.5.2 Pemeriksaan Mikroskopis Semen

a. Motilitas Massa

Motilitas Massa spermatozoa diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali. Kriteria penelian massa spermatozoa sangat baik (+++) terlihat adanya gelombang besar, banyak, gelap, tebal dan aktif bergerak. Dinilai baik (++) terdapat gelombang-gelombang kecil tipis, jarang, kurang jelas dan bergerak lamban. Dinilai cukup (+) bila tidak terlihat gelombang melainkan gerakan-gerakan individu aktif progresif dan buruk (0) bila tidak ada gerakan sama sekali (Susilawati, 2011).

b. Motilitas Individu

Penilaian motilitas individu diamati dengan mengambil semen menggunakan ose lalu ditetaskan pada gelas objek dan ditutup gelas penutup. Kemudian diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali. Spermatozoa yang motil akan nampak bergerak maju kedepan. Selanjutnya spermatozoa yang motil diberi penilaian dari jumlah spermatozoa keseluruhan dalam persen (%) (Susilawati, 2013). Motilitas adalah daya gerak spermatozoa yang dinilai segera setelah penampungan semen. Pada saat penampungan perlu diperhatikan agar ejakulasi tidak mengalami *cold shock* atau bisa disebut penurunan suhu secara mendadak yang sangat mempengaruhi motilitas spermatozoa. Panas yang berlebihan, bahan-bahan kimia atau benda asing lainnya juga sangat berpengaruh menurunkan motilitas spermatozoa (Toelihere, 1993).

c. Viabilitas

Perhitungan persentase hidup spermatozoa dilakukan melalui teknik pewarnaan dengan cara mencampurkan semen dengan larutan eosin-negrosin pada *objek glass*, kemudian dibuat preparat ulas dan dikeringkan. Preparat diamati pada mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Spermatozoa yang mati akan menyerap warna sedangkan spermatozoa yang hidup tidak menyerap warna atau berwarna

putih. Selanjutnya spermatozoa yang hidup dihitung dan dibagi jumlah seluruh spermatozoa (spermatozoa yang hidup dan spermatozoa yang mati) yang tampak dalam satu lapangan pandang dan dinyatakan dalam persen (%). Persentase viabilitas dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase viabilitas} = \frac{\text{Spermatozoa hidup}}{\text{Spermatozoa (hidup+mati)}} \times 100\%$$

d. Abnormalitas

Perhitungan abnormalitas spermatozoa hampir sama dengan perhitungan viabilitas yaitu dilakukan dengan teknik pewarnaan dengan cara mencampurkan semen dengan larutan eosin-negrosin pada *objek glass*, kemudian dibuat preparat ulas dan dikeringkan. Preparat diamati pada mikroskop dengan pembesaran 400 kali. Selanjutnya spermatozoa yang abnormal dihitung dan dibagi jumlah seluruh spermatozoa (spermatozoa normal dan spermatozoa abnormal) yang tampak dalam satu lapangan pandang dan dinyatakan dalam persen (%). Spermatozoa yang berbentuk abnormal tidak dapat membuahi ovum. Abnormalitas primer merupakan abnormalitas yang terjadi didalam tubuli seminiferi. Abnormalitas sekunder merupakan abnormalitas yang terjadi didalam saluran kelamin jantan, sewaktu ejakulasi, dan sewaktu penanganan semen. Perlakuan yang baik terhadap semen sewaktu

dan sesudah ejakulasi, sewaktu pewarnaan dan membuat preparat ulas, dapat mengurangi kerusakan spermatozoa (Toelihere, 1993). Persentase abnormalitas spermatozoa dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Persentase abnormalitas} = \frac{\text{Espermatozoa abnormal}}{\Sigma \text{spermatozoa (abnormal+normal)}} \times 100$$

e. Konsentrasi

Teknik perhitungan jumlah konsentrasi spermatozoa menggunakan *haemocytometer*. Jumlah konsentrasi spermatozoa per ejakulasi ditentukan dengan perkalian volume dengan sel spermatozoa sel *sperm/ml*. Perhitungan konsentrasi spermatozoa dihitung dengan menggunakan *haemocytometer* dalam 5 kamar hitung menurut arah diagonal kemudian dikalikan 10^7 . Pengamatan dilakukan dibawah mikroskop perbesaran 400 kali (Sujoko, Setiadi, dan Boediono, 2009). Cara kerja menggunakan *haemocytometer* adalah semen dihisap dengan pipet *eritrocyt* sampai 0,5 kemudian NaCl fisiologis 0,9 % dihisap sampai angka 10,1. Pipet *eritrocyt* digoyang-goyang, tetes yang selanjutnya digoyang lagi selama 2-3 menit. Kemudian semen dibuang 1-2 tetes, dibuang 1-2 tetes lagi, yang kemudian baru dituang ke kamar hitung yang diatasnya sudah ditutupi dengan cover glass sebanyak satu tetes. Spermatozoa dihitung pada 5 kotak (kamar hitung) yaitu pada

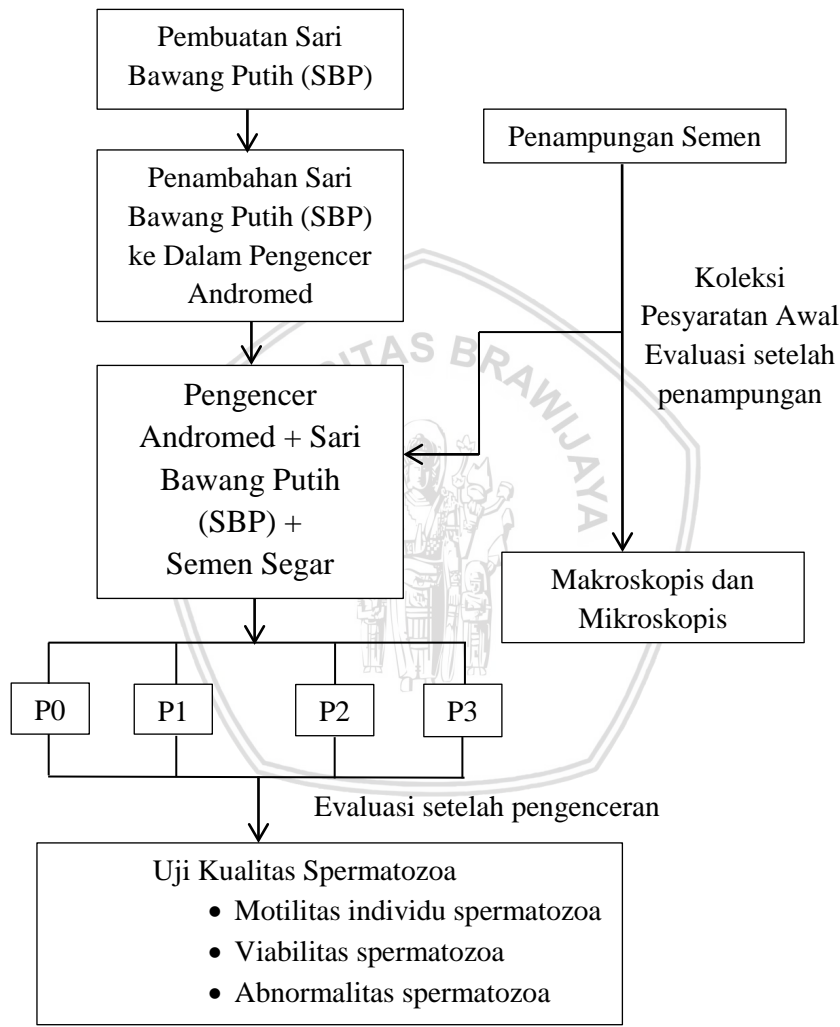
sudut kanan dan kiri atas, sudut kanan dan kiri bawah dan tengah (Susilawati, 2013).

f. Integritas Membran

Keutuhan atau integritas membran spermatozoa dapat diketahui dengan teknik uji HOST (*Hypo Osmotic Swelling Test*). Integritas membran spermatozoa diduga dapat mempengaruhi kemampuan spermatozoa dalam melakukan penetrasi kedalam ovum selama fertilisasi. Terdapat korelasi antas integritas membran spermatozoa kedalam telur secara in vitro. Pada berbagai kasus membran spermatozoanya, diantaranya disebabkan oleh rendahnya kadar hormon gonadotropin dan testosteron (Sutyarso, 2005). Persentase integritas membran spermatozoa dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Persentase Integritas} = \frac{\Sigma \text{spermatozoa ekor melengkung}}{\Sigma \text{spermatozoa (ekor melengkung + ekor lurus)}} \times 100\%$$

3.6 Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 3. Kerangka Operasional Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Semen Segar

Rataan kualitas semen segar kambing Boer hasil pengamatan selama penelitian dan berdasarkan dari penelitian sebelumnya berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Seme Segar Kambing Boer.

Parameter	Rataan \pm SD
Makroskopis	
Volume (ml/ejakulasi)	0,93 \pm 0,15
Warna	Putih Susu
Konsistensi	Kental
pH	7
Bau	Khas
Mikroskopis	
Motilitas massa	+++
Motilitas individu (%)	76,67 \pm 2,89
Viabilitas (%)	82,41 \pm 1,59
Abnormalitas (%)	1,89 \pm 0,03
Konsentrasi (10^6 /ml)	3853,33 \pm 25,17
Integritas Membran (%)	65,54 \pm 0,84

Hasil pemeriksaan secara makroskopis diperoleh volume semen segar kambing Boer berdasarkan dari hasil pengamatan adalah 0,93 \pm 0,15 ml/ejakulasi. Volume semen kambing Boer cukup tinggi dibandingkan dengan kambing lainnya, akan tetapi volume semen kambing Boer per individu berbeda, karena volume semen juga dipengaruhi oleh sifat

genetik atau turunan dan juga lingkungan. Menurut Mahmilia dkk. (2010) menyatakan bahwa volume ejakulat kambing Boer cukup tinggi yaitu 1,2-2,03 ml/ejakulat. Warna, konsistensi dan konsentrasi berkaitan satu sama lainnya, bila warna semakin pudar, maka konsentrasi spermatozoa semakin menurun dan semen akan semakin encer. Beberapa laporan volume semen kambing Boer antara lain $1,3 \pm 0,34$ ml/ejakulasi (Suyadi, dkk., 2017), $1,0 \pm 0,3$ ml/ejakulasi (Ihsan, 2011), $0,97 \pm 0,22$ ml/ejakulasi (Agustian, Ihsan dan Isnaini, 2014). Rosmaidar dkk. (2013) menyatakan bahwa ragam volume semen diakibatkan oleh umur, bangsa, kualitas pakan, kualitas reproduksi ternak dan metode yang digunakan dalam penampungan semen. Warna, konsistensi dan konsentrasi berkaitan satu sama lainnya, bila warna semakin pudar, maka konsentrasi spermatozoa semakin menurun dan semen akan semakin encer.

Menurut Mahmilia dkk. (2010) bahwa warna semen kambing Boer beragam dari warna krem, putih susu, putih dan kuning dengan konsistensi kental sampai encer, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi semen segar kambing Boer cukup tinggi. Namun demikian, dari hasil pengamatan diperoleh bahwa semen segar kambing Boer adalah putih susu, konsistensi kental. Bau yang khas dari ternak, dan pH 7. Susilawati (2011) menambahkan bahwa warna semen dilihat pada tabung penampung, warna semen dikatakan tidak normal apabila semen mengandung air, darah, rambut preputium, nanah, air kotor dan bau yang tidak normal.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan semen kambing Boer memiliki bau yang khas yaitu khas semen. Bau khas semen ini dikategorikan normal. Menurut Kartasudjana (2011) bau amis semen khas semen disertai bau dari hewan

tersebut menandakan semen normal. Adanya bau busuk dapat terjadi pada semen yang mengandung nanah yang disebabkan oleh adanya infeksi organ reproduksi jantan. Menurut Nahriyanti, Ondho dan Samsudewa (2017) bau dipengaruhi oleh cairan pada kelenjar pelengkap.

Hasil pengamatan terhadap pH semen kambing Boer pada penelitian ini adalah sebesar 7. Angka tersebut menunjukkan nilai normal yaitu pH netral setelah diuji dengan menggunakan kertas lakmus. Hal ini sama dengan pendapat Yodmingkwan, Guntaprom dan Jaksamrit (2016) yang menjelaskan bahwa pH semen kambing Boer sebesar 7.

Konsistensi semen kambing Boer berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan konsistensi yang sedang dan kental. Konsistensi tersebut sesuai dengan laporan Pamungkas, Batubara and Sutoro (2014) yang menyatakan bahwa semen kambing Boer memiliki karakter semen putih keruh dengan konsistensi sedikit kental (sedang). Menurut Lubis, Dasrul, Thasmi dan Akbar (2013), kambing Boer konsistensinya berkisar antara sedang sampai kental (rata-rata sedikit kental). Konsistensinya menurut Nahriyanti, dkk. (2017) berhubungan erat dengan konsentrasi atau banyaknya jumlah spermatozoa dalam semen, semakin tinggi konsentrasi spermatozoa maka semen akan semakin kental. Konsistensi dipengaruhi juga oleh frekuensi penampungan semen.

Pemeriksaan mikroskopis meliputi massa meliputi motilitas massa, motilitas individu, viabilitas, abnormalitas dan integritas membran plasma spermatozoa. Motilitas massa merupakan cerminan dari keaktifan spermatozoa yang bergerak bersama-sama dengan membentuk gelombang baik tebal maupun tipis, cepat ataupun lambat tergantung dari konsentrasi spermatozoa yang hidup. Selama pengamatan

motilitas massa semen segar kambing Boer minimal 70% dan berskor antara (++) dengan (+++). Hal ini sesuai dengan pendapat Fitriani (2009) motilitas massa semen (++) nilai baik (+) kurang baik (+++) jika motilitas massa semen terlihat gelombang besar banyak, gelap, tebal dan aktif. Motilitas dipengaruhi oleh umur spermatozoa, maturasi spermatozoa dan penyimpanan energi (ATP). Motilitas individu spermatozoa mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya frekuensi ejakulasi.

Rataan motilitas individu semen segar kambing Boer yang didapatkan selama pengamatan sebesar $76,67 \pm 2,89\%$. Hal tersebut menurut Suyadi (2014) bahwa rata-rata motilitas individu semen segar kambing Boer sebesar 50-80% tergolong normal. Hasil rata-rata motilitas individu yang dapat dari pengamatan memenuhi standar sebagai semen yang layak untuk diproses.

Rataan viabilitas semen segar kambing Boer yang didapatkan selama pengamatan sebesar $82,41 \pm 1,59\%$. Menurut Ihsan (2011) viabilitas semen segar kambing Boer sebesar $85,50 \pm 3,60\%$. Persentase viabilitas berhubungan erat dengan fertilitas spermatozoa, jika persentase viabilitas tinggi maka fertilitas spermatozoa juga tinggi. Hal tersebut menurut (Suyadi, dkk., 2015) bahwa nilai viabilitas semen segar yang berbeda disebabkan adanya faktor, diantaranya yaitu dari umur ternak, variasi individu ternak, perbedaan bangsa ternak.

Rataan abnormalitas spermatozoa kambing Boer yang didapatkan selama pengamatan sebesar $1,89 \pm 0,03\%$. Sedangkan menurut Ihsan (2011) bahwa rata-rata persentase abnormalitas semen segar kambing Boer sebesar $3 \pm 1,2\%$. Hal ini sesuai dengan pendapat Garner dan Hafez (2008) melaporkan bahwa persentase abnormalitas spermatozoa pada

kambing sebesar 5-20%. Rataan persentase abnormalitas spermatozoa dari hasil pengamatan berarti layak untuk diproses karena tidak melebihi dari 20%.

Rataan konsentrasi semen segar kambing Boer yang didapatkan selama pengamatan sebesar $3853,33 \pm 25,17 \times 10^6/\text{ml}$. Sedangkan hasil ini dikatakan lebih rendah yang telah dilakukan oleh Suyadi dkk. (2015) yaitu sebesar $3915 \pm 55,07 \times 10^6/\text{ml}$. Dikarenakan adanya faktor dari kondisi ternak, frekuensi penampungan, pakan, umur, suhu lingkungan pakan dan adanya perbedaan habitat ternak.

Rataan integritas membran semen segar kambing Boer yang didapatkan selama pengamatan sebesar $65,54 \pm 0,84\%$. Sedangkan hasil ini dikatakan lebih rendah yang telah dilakukan oleh Suyadi dkk. (2015) yaitu sebesar $90,81 \pm 1,17\%$. Dikarenakan adanya perbedaan lama waktu inkubasi sebelum dilakukan pengamatan.

4.2 Pengaruh Lama Simpan Pada Suhu 5 °C Terhadap Kualitas Semen Kambing Boer Setelah Diencerkan Dengan Sari Bawang Putih (*Allium sativum L.*).

Antioksidan merupakan senyawa nukleofilik yang mempunyai kemampuan mereduksi, memadamkan atau menekan reaksi radikal bebas. Pada proses penyimpanan semen adalah rusaknya membran plasma spermatozoa akibat terbentuknya perioksidasi lipid dengan adanya penambahan sari bawang putih dapat menghambat perioksidasi lipid. Guna meningkatkan kualitas spermatozoa sehingga antioksidan sari bawang putih ditambahkan ke dalam pengencer Andromed. Perubahan kualitas semen akibat adanya perubahan kondisi semen sejak diencerkan. Spermatozoa memerlukan proses adaptasi, akibat dari lingkungan dan suasana baru, sehingga

pengencer yang ditambahkan akan sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan aktivitas metabolisme spermatozoa (Ihsan, 2011). Hal ini sesuai dengan pendapat Fitriani (2009) yang menyatakan bahwa kualitas spermatozoa mengalami penurunan secara terus menerus seiring dengan lamanya inkubasi.

Semen yang sudah diencerkan dengan Andromed ditambahkan dengan konsentrasi 0%, 1%, 2% dan 3% sari bawang putih dimasukan kedalam tabung reaksi, tabung-tabung reaksi yang berisi semen disusun pada rak tabung reaksi kemudian semen tersebut disimpan pada suhu 5 °C selama 24 jam di dalam *refrigerator*.

Semakin lama masa penyimpanan kualitas semen semakin menurun. Spermatozoa disimpan pada suhu 5 °C bertujuan untuk memberi waktu beradaptasi spermatozoa terhadap pengencer yang disebut dengan ekuilibrisasi.

4.2.1 Motilitas Individu

Rataan persentase motilitas individu spermatozoa pada lama simpan setelah 24 jam pada suhu dingin dengan perlakuan berbeda semen kambing Boer setelah ditambahkan sari bawang putih 0% 1%, 2%, 3% dalam pengencer Andromed yang disimpan pada suhu 5 °C dapat dilihat pada Tabel 2. Data dan analisis ragam rataaan persentase motilitas individu spermatozoa selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 2. Persentase motilitas individu spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin.

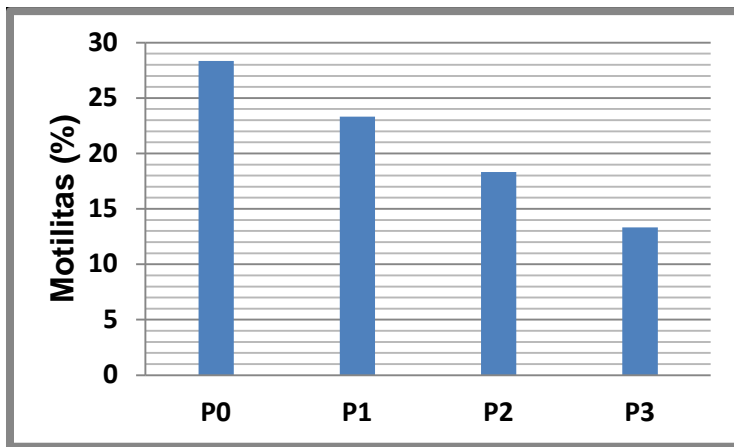
Perlakuan	Rataan Motilitas \pm (SD) (%)
P0	28,33 ^d \pm 2,58
P1	23,33 ^c \pm 2,58
P2	18,33 ^b \pm 2,58
P3	13,33 ^a \pm 2,58

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa tingkat penambahan sari bawang putih memberikan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda pada semen kambing Boer setelah diencerkan dengan Andromed dengan konsentrasi sari bawang putih 0%, 1%, 2%, 3% pada suhu 5 °C lama penyimpanan setelah 24 jam memberikan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase motilitas individu spermatozoa. Berdasarkan Tabel 2. Rataan persentase motilitas individu spermatozoa dengan P0 motilitas individu spermatozoa mengalami penurunan hingga 28,33%, P1 motilitas individu spermatozoa turun dari 28,33% menjadi 23,33%, P2 motilitas individu spermatozoa turun dari 23,33% menjadi 18,33%, P3 motilitas individu spermatozoa turun dari 18,33 % menjadi 13,33%. Dari hasil penelitian yang didapat persentase motilitas individu spermatozoa menurun dari 28,33 % menjadi 13,33 %. Kondisi ini dimungkinkan terjadinya semen yang akan mengalami proses metabolisme selama penyimpanan pada suhu dingin. Metabolisme semen menghasilkan salah satunya reaksi peroksidatif lipid jika

bereaksi dengan radikal bebas yang terdapat pada spermatozoa ditandai dengan meningkatnya *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Sikka, 2004). Susilowati (2008) menyatakan bahwa produksi ROS yang berlebihan tidak mampu dinetralisir oleh sistem pertahanan, sehingga sari bawang putih pada spermatozoa dapat menyebabkan kerusakan asam lemak, khususnya asam lemak poli tak jenuh yang disebut lipid peroksidase. Lipid peroksidase merupakan komponen penting dari fosfolipid penyusun membran spermatozoa yang menyebabkan penurunan motilitas dan kematian spermatozoa.

Penurunan motilitas individu selama penyimpanan diduga akibat pengaruh zat toksik pada spermatozoa yang ditimbulkan oleh spermatozoa mati terhadap spermatozoa yang masih hidup. Yulnawati dan Setiadi (2005) menyatakan bahwa zat toksik yang ditimbulkan oleh spermatozoa mati maupun yang berasal dari bahan pengencer yang mengalami oksidasi akibat penyimpanan dapat menyebabkan tingginya radikal bebas yang dapat merusak keutuhan membran plasma spermatozoa dan berdampak negatif pada metabolisme yang mengakibatkan kematian spermatozoa. Ditambahkan oleh Rizal dan Herdis (2005) bahwa selama proses pendinginan terjadi penurunan motilitas karena adanya perubahan suhu 37 °C menjadi 5 °C dan didiamkan selama 30 menit dan dikenal dengan ekuilibrisasi.



Gambar 4. Grafik motilitas individu spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin

Berdasarkan hasil grafik motilitas di atas menunjukkan bahwa terjadi penurunan motilitas individu yang berbeda pada setiap perlakuan mulai dari perlakuan pertama hingga perlakuan ketiga. Pada perlakuan pertama memiliki hasil yang paling baik dari pada perlakuan kedua dan ketiga berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Penambahan sari bawang putih sebanyak 1%, 2% dan 3% memberikan pengaruh yang signifikan, penambahan sari bawang putih sebanyak 1% memberikan hasil rata-rata persentase motilitas individu spermatozoa yang paling baik sebesar 23,33%, dibandingkan dengan penambahan sari bawang putih sebanyak 2% dan 3% memberikan hasil rata-rata persentase motilitas individu spermatozoa sebesar 18,33% dan 13,33%. Sesuai dengan Arash, Fathiazad, Nouri, Khaki, Navid dan Maleki (2010) yang menyatakan bahwa quercetin masih mampu memiliki

efek menguntungkan yang signifikan terhadap kualitas semen ditinjau dari motilitas dan viabilitas spermatozoa.

4.2.2 Viabilitas

Rataan persentase viabilitas spermatozoa pada lama simpan setelah 24 jam pada suhu dingin dengan perlakuan berbeda semen kambing Boer setelah ditambahkan sari bawang putih 0% 1%, 2%, 3% dalam pengencer Andromed yang disimpan pada suhu 5 °C dapat dilihat pada Tabel 3. Data dan analisis ragam rata-rata persentase viabilitas spermatozoa selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 3. Persentase viabilitas spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin.

Perlakuan	Rataan Viabilitas \pm (SD) (%)
P0	44,37 ^c \pm 0,57
P1	43,17 ^b \pm 0,78
P2	41,70 ^b \pm 0,37
P3	39,61 ^a \pm 0,61

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa tingkat penambahan sari bawang putih memberikan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

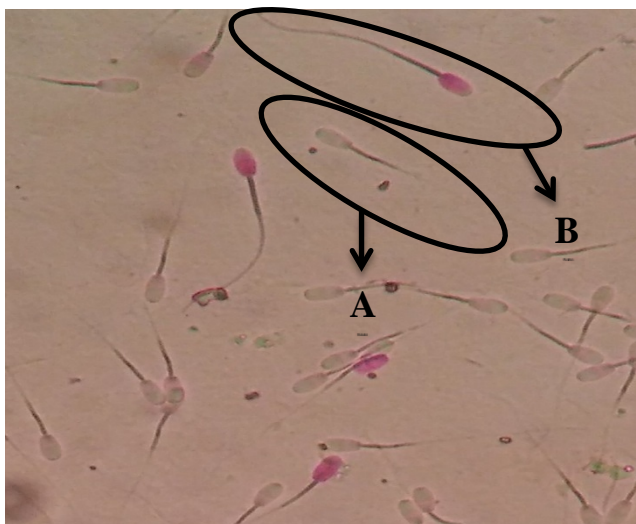
Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan lama simpan semen kambing Boer yang berbeda setelah diencerkan dengan Andromed dengan konsentrasi sari bawang putih 0% 1%, 2%, 3% pada suhu 5 °C lama penyimpanan setelah 24 jam memberikan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase viabilitas spermatozoa.

Berdasarkan Tabel 3. Rataan persentase viabilitas spermatozoa P0 mengalami penurunan hingga 44,37%, P1 viabilitas spermatozoa turun dari 44,37% menjadi 43,17%, P2 viabilitas spermatozoa turun dari 43,17% menjadi 41,70 %, P3 viabilitas spermatozoa turun dari 41,70 menjadi 39,61%. Menurut pendapat Herdis dkk. (2005) tingginya alkalin fosfatase akan mempercepat reaksi metabolisme sel sehingga semakin lama masa penyimpanan maka asam laktat yang dihasilkan semakin banyak. Semakin lama spermatozoa disimpan pada suhu dingin maka viabilitas akan menurun secara drastis. Hal ini diduga akibat perubahan pH yang terjadi pada pengencer. Solihati dkk. (2006) menyatakan bahwa metabolisme spermatozoa dalam keadaan anaerob menghasilkan asam laktat yang kian tertimbun dan menurunkan pH semen yang akhirnya menurunkan viabilitas spermatozoa.

Lama simpan pada suhu 5 °C mengakibatkan membran plasma spermatozoa mengalami reaksi oksidasi dan persentase viabilitas spermatozoa menurun. Menurut Susilawati (2011) bahwa proses pendinginan, pembekuan dan *thawing* mengakibatkan stress fisik dan kimia pada membran spermatozoa yang dapat menurunkan viabilitas dan kemampuan memfertilisasi spermatozoa. Hal ini didukung oleh Kusumaningrum dkk. (2007) bahwa persentase hidup spermatozoa lebih tinggi dibandingkan dengan motilitas, hal ini dikatakan normal karena spermatozoa yang hanya bergerak perlahan-lahan tetapi masih hidup dan masih dapat memfertilisasi oosit walaupun secara invitro maupun *Intra Cytoplasmic Sperm Injenction (ICSI)* namun tidak secara inseminasi buatan yang konvensional.

Kondisi ini membuktikan bahwa penambahan sari bawang putih dapat mempertahankan viabilitas spermatozoa

dengan menurunkan kadar radikal bebasnya. Sesuai dengan hasil penelitian Suyadi dkk. (2017) menyatakan berdasarkan analisis uji t berpasangan (*paired t test*), semen yang sesudah diberi perlakuan mengalami penurunan secara signifikan ($115,16 \pm 18,42 \text{ mg/dl}$) dibandingkan sebelum diberikan perlakuan ($133,16 \pm 18,30 \text{ mg/dl}$). Perbedaan spermatozoa hidup dan spermatozoa mati dapat dilihat pada Gambar 5.

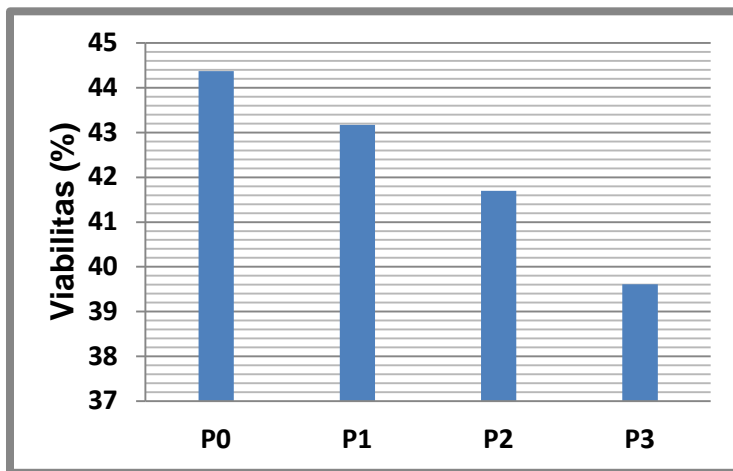


Gambar 5. Viabilitas Spermatozoa Diamati pada Mikroskop Perbesaran 400 kali

Keterangan : A= Spermatozoa hidup (tidak menyerap warna)
B= Spermatozoa Mati (menyerap warna)

Pada saat pengamatan terlihat bahwa semakin lama semen disimpan pada suhu dingin semakin banyak terlihat spermatozoa yang menyerap warna. Hal ini mengisyaratkan

bahwa semakin rendah persentase viabilitas spermatozoa. Pola penurunan viabilitas spermatozoa selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik viabilitas spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin

Berdasarkan hasil grafik viabilitas di atas menunjukkan bahwa terjadi penurunan viabilitas yang berbeda pada setiap perlakuan mulai dari perlakuan pertama hingga perlakuan ketiga. Pada perlakuan pertama memiliki hasil yang paling baik dari pada perlakuan kedua dan ketiga berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Penambahan sari bawang putih sebanyak 1%, 2% dan 3% memberikan pengaruh yang signifikan, penambahan sari bawang putih sebanyak 1% memberikan hasil rata-rata persentase viabilitas spermatozoa yang paling baik sebesar 45,17%, dibandingkan dengan penambahan sari bawang putih sebanyak 2% dan 3%

memberikan hasil rata-ran persentase viabilitas spermatozoa sebesar 41,70% dan 39,61%. Penurunan persentase viabilitas dipengaruhi oleh *cold shock* yang mengakibatkan membran plasma spermatozoa rusak. Menurut Putri, Gunawan dan Ismaya (2010) bahwa lama pendinginan menyebabkan kerusakan pada membran plasma sehingga dapat menyebabkan kematian bagi spermatozoa.

4.2.3 Abnormalitas

Rataan persentase abnormalitas spermatozoa pada lama simpan setelah 24 jam pada suhu dingin dengan perlakuan berbeda semen kambing Boer setelah ditambahkan sari bawang putih 0%, 1%, 2%, 3% dalam pengencer Andromed yang disimpan pada suhu 5 °C dapat dilihat pada Tabel 4. Data dan analisis ragam rata-ran persentase abnormalitas spermatozoa selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

Tabel 4. Persentase abnormalitas spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin.

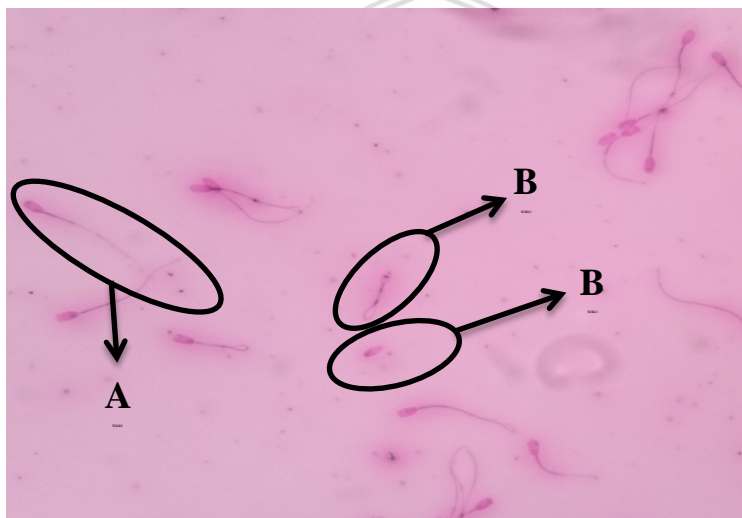
Perlakuan	Rataan Abnormalitas \pm (SD) (%)
P0	4,26 ^c \pm 0,29
P1	5,20 ^b \pm 0,67
P2	6,45 ^b \pm 0,87
P3	8,32 ^a \pm 0,81

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa tingkat penambahan sari bawang putih memberikan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Berdasarkan hasil menunjukkan bahwa perlakuan lama simpan semen kambing Boer yang berbeda setelah diencerkan dengan Andromed dengan konsentrasi sari bawang putih 0% 1%, 2%, 3% pada suhu 5 °C lama penyimpanan setelah 24 jam memberikan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase abnormalitas spermatozoa. Berdasarkan Tabel 4. Rataan persentase abnormalitas spermatozoa P0 mengalami peningkatan hingga 4,26%, P1 abnormalitas spermatozoa naik dari 4,26% menjadi 5,20%, P2 abnormalitas spermatozoa naik dari 5,20% menjadi 6,45%, P3 abnormalitas spermatozoa naik dari 6,45% menjadi 8,32%. Persentase abnormalitas spermatozoa dirata-rata setiap perlakuan untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan terhadap tingkat abnormalitas spermatozoa. Peningkatan abnormalitas spermatozoa tersebut dapat disebabkan terjadinya kerusakan membran plasma dan membran akrosom akibat pengaruh *cold shock* selama penyimpanan pada suhu rendah (Pereira, Becker, Siquera, Ferreira, Saverio, Truzzi, Oliveira dan Goncalves, 2010). Hal ini sesuai dengan Suyadi dkk. (2017) selama proses penyimpanan akan menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS), kondisi ini bisa merusak membran plasma sehingga menyebabkan tingkat abnormalitas yang tinggi.

Meningkatnya persentase abnormalitas diduga bukan karena adanya stress pada spermatozoa dan juga bisa terjadi pada saat *processing* seperti saat penampungan semen segar, penanganan semen segar dan pencampuran semen dengan pengencer. Hal ini sesuai dengan pendapat Rizal dan Herdis (2006) menyatakan bahwa abnormalitas sekunder lebih banyak berupa terpisahnya ekor dari kepala akibat terputus saat pembuatan preparat untuk keperluan evaluasi.

Menurut Alawiyah dan Hartono (2006) selama abnormalitas spermatozoa belum mencapai 20% dan tidak melebihinya, maka semen tersebut masih layak untuk digunakan IB. Ax *et al.* (2008) menyatakan bahwa spermatozoa dengan persentase abnormalitas lebih dari 20% tidak dapat digunakan untuk IB. Perbedaan spermatozoa abnormal dan spermatozoa normal dapat dilihat pada Gambar 7.



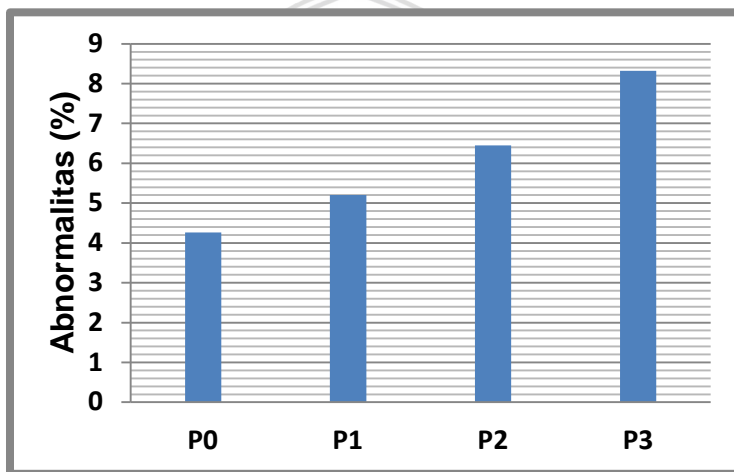
Gambar 7. Abnormalitas Spermatozoa Diamati pada Mikroskop Perbesaran 400 kali

Keterangan:A: Spermatozoa normal

B:Spermatozoa abnormal (ekor dan kepala putus)

Pada saat pengamatan abnormalitas spermatozoa selama penelitian terlihat beberapa jenis abnormalitas

spermatozoa diantaranya ekor putus, kepala putus, ekor melingkar, ekor dua dan kepala ganda. Susilawati (2013) menyatakan bahwa abnormalitas primer meliputi kepala tanpa ekor, ekor ganda, kepala ganda, kerusakan akrosom dan ekor melingkar. Abnormalitas sekunder meliputi ekor melipat, butiran sisa sitoplasma, kepala tanpa ekor (putus), ataupun ekor tanpa kepala (putus). Pola peningkatan spermatozoa selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik abnormalitas spermatozoa kambing Boers setelah 24 jam pada suhu dingin

Berdasarkan hasil grafik abnormalitas di atas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan abnormalitas yang berbeda pada setiap perlakuan mulai dari perlakuan pertama hingga perlakuan ketiga. Pada perlakuan pertama memiliki hasil yang paling baik dari pada perlakuan kedua dan ketiga berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Penambahan sari bawang putih

sebanyak 1%, 2% dan 3% memberikan pengaruh yang signifikan, penambahan sari bawang putih sebanyak 1% memberikan hasil rata-ran persentase abnormalitas spermatozoa yang paling baik sebesar 4,26%, dibandingkan dengan penambahan sari bawang putih sebanyak 2% dan 3% memberikan hasil rata-ran persentase abnormalitas spermatozoa sebesar 6,45% dan 8,32%. Tingginya rata-ran persentase abnormalitas tersebut selain abnormalitas primer juga ada abnormalitas sekunder dari adanya kesalahan pengulasan. Pengulasan yang salah dapat meningkatkan abnormalitas spermatozoa, hal ini terjadi akibat spermatozoa terputus kepala dan ekor. Peningkatan nilai abnormalitas yang terjadi selama penelitian masih terbilang normal karena masih dibawah 15%. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Siddiqua, Islam, Rahman dan Bari (2016) bahwa persentase abnormalitas semen segar dari ternak muda maksimal 10% dan pada ternak yang sudah tua maksimal 20%. Semen segar dengan persentase abnormalitas spermatozoa lebih dari 15% tidak dapat digunakan untuk program IB. Walaupun demikian nilai abnormalitas spermatozoa selalu naik turun selama penyimpanan, sehingga abnormalitas bukanlah salah satu-satunya acuan untuk melakukan IB.

4.2.4 Integritas Membran

Rataan persentase integritas membran spermatozoa pada lama simpan setelah 24 jam pada suhu dingin dengan perlakuan berbeda semen kambing Boer setelah ditambahkan sari bawang putih 0%, 1%, 2%, 3% dalam pengencer Andromed yang disimpan pada suhu 5 °C dapat dilihat pada Tabel 5. Data dan analisis ragam rata-ran persentase viabilitas spermatozoa selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 13.

Tabel 5. Persentase integritas membran spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin.

Perlakuan	Rataan Integritas Membran \pm (SD) (%)
P0	37,81 \pm 4,45
P1	35,44 \pm 5,40
P2	33,96 \pm 5,08
P3	32,07 \pm 4,94

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa tingkat penambahan sari bawang putih tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P>0,05$)

Berdasarkan hasil menunjukkan bahwa perlakuan lama simpan semen kambing Boer yang berbeda setelah diencerkan dengan Andromed dengan konsentrasi sari bawang putih 0% 1%, 2%, 3% pada suhu 5 °C lama penyimpanan setelah 24 jam tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P>0,05$) terhadap persentase integritas membran spermatozoa. Berdasarkan Tabel 5. Rataan persentase integritas membran spermatozoa P0 mengalami penurunan hingga 37,81%, P1 integritas membran spermatozoa turun dari 37,81,44% menjadi 35,44%, P2 integritas membran spermatozoa turun dari 35,44% menjadi 33,96%, P3 integritas membran spermatozoa turun dari 33,96% menjadi 32.07%. Kondisi ini dimungkinkan terjadi karena perbedaan tingkat konsentrasi senyawa *allyl sulfide*, sebagaimana dinyatakan oleh Chung (2006) bahwa umbi bawang putih yang mengandung senyawa organosulfur yang bersifat antioksidan yaitu senyawa *allyl sulfide* yang menjadi target ROS (*Reactive Oxygen*

Species) dikarenakan tidak mengoksidasi membran spermatozoa dan juga mempengaruhi interaksi protein lipid, sehingga mengurangi integritas membran dan protein lapisan ganda.

Pada berbagai kasus membran spermatozoanya, disebabkan oleh rendahnya kadar hormon gonadotropin dan testosteron (Sutyarso, 2005). Sedangkan kandungan *cryoprotectan* pada pengencer Andromed diduga kuat dalam mempertahankan membran plasma dan Penambahan Vitamin E pada pengencer berfungsi sebagai pelindung integritas membran plasma sehingga kerusakan spermatozoa akibat perioksidasi lipid bisa dicegah (Suyadi, dkk., 2015). Perbedaan integritas membran plasma spermatozoa dapat dilihat pada Gambar 9.

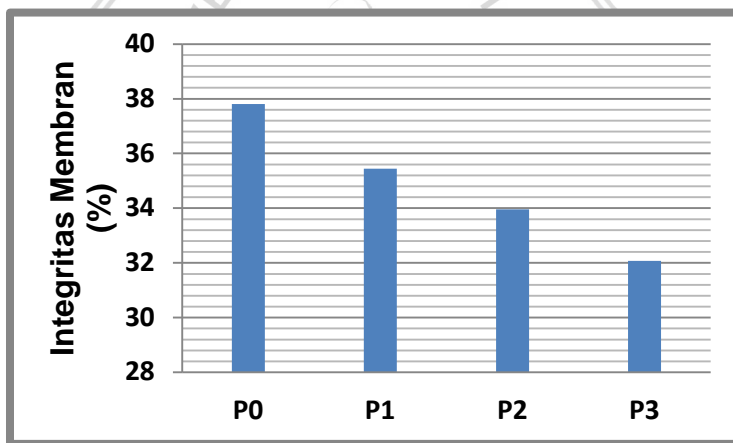


Gambar 9. Integritas Membran Spermatozoa Diamati pada Mikroskop Perbesaran 400 kali

Keterangan: A= Spermatozoa dengan membran plasma rusak ditunjukkan ekor lurus

B= Spermatozoa dengan membran plasma utuh ditunjukkan ekor melingkar

Spermatozoa yang mempunyai membran rusak tidak dapat menyesuaikan tekanan osmosenya sehingga tidak menggelembung, sedangkan membran yang masih berfungsi terjadi pembengkakan , pembengkokan ekor spermatozoa (Rodiah, Yuliani, Dradjat dan Arman, 2015). Pola penurunan integritas membran spermatozoa selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik integritas membran spermatozoa kambing Boer setelah 24 jam pada suhu dingin

Berdasarkan hasil grafik integritas membran di atas menunjukkan bahwa terjadi penurunan integritas membran

yang berbeda pada setiap perlakuan mulai dari perlakuan pertama hingga perlakuan ketiga. Pada perlakuan pertama memiliki hasil yang paling baik dari pada perlakuan kedua dan ketiga tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P>0,05$). Penambahan sari bawang putih sebanyak 1%, 2% dan 3% memberikan pengaruh yang signifikan, penambahan sari bawang putih sebanyak 1% memberikan hasil rata-ran persentase integritas membran spermatozoa yang paling baik sebesar 37,81%, dibandingkan dengan penambahan sari bawang putih sebanyak 2% dan 3%. Kondisi ini bisa disebabkan dikarenakan adanya perbedaan lama waktu inkubasi sebelum dilakukan pengamatan ataupun proses penanganan inkubasi pada suhu 37 °C yang tidak stabil dapat mempengaruhi keutuhan membran spermatozoa inkubasi (Suyadi, dkk., 2017). Persentase rata-ran integritas membran lebih tinggi dari pada persentase rata-ran motilitas individu, diduga karena spermatozoa yang membrannya masih utuh belum tentu bergerak progresif, sehingga tidak dapat digunakan sebagai patokan penilaian motilitas individu. Penurunan integritas membran diduga karena adanya radikal bebas yang terbentuk selama penyimpanan sebagai hasil samping metabolisme spermatozoa. Indriani dkk. (2013) menyebutkan bahwa penurunan kualitas spermatozoa selama penyimpanan, baik persentase motilitas akibat toksin yang sumber energi dari spermatozoa mati ataupun yang berasal dari zat yang terkandung dari pengencer yang telah mengalami oksidasi dapat menyebabkan tingginya radikal bebas, yang bisa merusak keutuhan membran plasma spermatozoa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi sari bawang putih (*Allium sativum L.*) sebanyak 1% merupakan batas optimal yang dapat ditambahkan dalam pengencer Andromed sehingga masih mampu mempertahankan kualitas semen kambing Boer yang ditinjau dari motilitas individu, viabilitas, abnormalitas dan integritas membran.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan semen kambing yang berbeda untuk mengetahui hasil yang lebih optimal dan mengenai metode yang tepat untuk menghilangkan senyawa *toxic* di dalam sari bawang putih sehingga antioksidan yang diperoleh lebih optimal dan dapat digunakan sebagai bahan campuran pengencer semen dengan baik dan benar.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhianto, K., Ngadiyono, Kustantinah dan I. G. Budistira. 2012. Lama Kebuntingan, Litter Size, dan Bobot Lahir Kambing Boerawa pada Pemeliharaan Pedeseaan di Kecamatan Gisting Kabupaten Tanggamus. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan. 12 (2): 131-136.
- Agarwal, A., R. A. Saleh and M. A. Bedairwy. 2003. Role of Reactive Oxygen Species in The Pathophysiology of Human Reproduction. Fertil Steril. 79: 829-843.
- Agustian, M. F., M. N. Ihsan dan N. Isnaini. 2014. Pengaruh Lama Simpan Semen dengan Pengencer Tris Aminomethane Kuning Telur Pada Suhu Ruang Terhadap Kualitas Spermatozoa Kambing Boer. J. Ternak Tropika. 15(2): 8-14.
- Alawiyah, D., Dan M. Hartono. 2006. Pengaruh Penambahan Vitamin E dalam Bahan Pengencer Sitrat Kuning Telur Terhadap Kualitas Semen Beku Kambing Boer. J. Indon. Trop. Anim.Agric. (31): 53-63.
- Andoko, A. dan Warsito. 2013. Beternak Kambing Unggul. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta. ISBN: 979-006-444-6.
- Aniputri, F, D., J. Hutabarat dan Subandiyono. 2014. Pengaruh Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Terhadap Tingkat Pencegahan Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Dan Kelulushidupan Ikan Nila

- (*Oreochromis niloticus*). Journal of Agriculture Management and Technology. 3(2): 1-10.
- Anonimus. 2014. *Standard Nasional Indonesia*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Anonimus. 2016. *Statistik Indonesia 2015*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Arash, K. F., M. Fathiazad, A. A. Nouri, Khaki, Navid dan A. Maleki. 2010. Beneficial Effects of Quereceti, on Sperm Parameters In Struptozotocin-Induced Diabetic Male Rats. Article First Publishesd. 24 (9): 1285-1291.
- Ardhianto, K., N. Ngadiyono, Kustantinah dan I. G. Budistria. 2012. Lama Kebuntingan, Litter Size, dan Bobot Lahir Kambing Boerawa pada Pemeliharaan Pedesaaan di Kecamatan Gisting Kabupaten Tenggamus. Jurnal Penelitian Terapan. 12 (2): 131-136.
- Ariantie, O. S., T. L. Yusuf, D. Sajuthi dan R. I. Arifiantini. 2014. Kualitas Semen Cair Kambing Peranakan Etawah dalam Modifikasi Pengencer Tris dengan Trehalosa dan Rafinosa. Jurnal Veteriner, 15 (1): 11-22.
- Ax, R., M. Dally, B. Didion, R. Lenz, C. Love, D. Varner, Hafez, and M. Bellin. 2008. Semen Evaluation in Reproduction in Farm Animal 7th Edition. Edited By Hafez, E.S.E. Co. Director. Reproductive Healt Kiawah Island. South Carolina. USA: 365-370.

- Bhojoo, U., Maohui. C. and S. Zou. 2017. Temperature Induced Lipid Membrane Restructuring and Changes in Nanomechanics. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*. 3: 700-709.
- BSN. 2014. Semen Beku Kambing Boer dan Domba. Badan Standarisasi Nasional. SNI:4869.3:2014.BSN : Jakarta.
- Chung, L. Y. 2006. *The antioxidant properties of garlic compounds: allyl cysteine, allin, allicin and allyl disulfide*. *Journal of Medicinal Food*. 9 (2): 205-213.
- Dwatmadji, S. Kadarsih., E. Sutrisn, dan Y. Fisniarsih. 2007. Pengaruh Pengencer Kuning Telur dengan Air Kelapa dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Semen Kambing Nubian. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 2 (2): 65-71.
- Eka, F. 2012. Pengaruh Waktu Equilibrasi Terhadap Motilitas, Viabilitas dan Integritas Membran Spermatozoa Domba Merino Dalam Pengencer yang Mengandung Lesitin Nabati. *Artikel Ilmiah Reproduksi*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Ervandi, M., T. Susilawati, dan Wahjuningsih. 2013. Pengaruh Pengencer yang Berbeda Terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Hasil Sexing dengan Gradien Albumin (Putih Telur). *JITV*. 18(3):177-184.
- Esteves, S. C., R. K. Sharma., A. J.Thomas, and A. Agarwal. 2000. Improvement in Motion Characteristics and

- Acrosome Status in Cryopreserved Human Spermatozoa by Swimup Processing Before Freezing. Hum Reprod. 15: 2173-2179.
- Fauzi, M. A., W. S. Rachmawati dan E. Pramono. 2001. Pengaruh Aras NaCl Fisiologis dan Lama Penyimpanan pada Suhu Ruang Terhadap Motilitas dan Abnormalitas Spermatozoa Entok. J. Animal Production. 3(2): 42-45.
- Feradis. 2010. Reproduksi Ternak. Alfabeta : Bandung. ISBN: 978-602-8800-08-2.
- Fitriani. 2008. Pengaruh Penambahan α Tocopherol Terhadap Kualitas Semen Entog yang Disimpan pada Suhu Dingin. JIIP. 23(2): 36-41.
- Fitriani. 2009. Kajian Penambahan α *Tokoferol* Dengan Lama Penyimpanan Dan Suhu Berbeda Terhadap Kualitas Semen Entog. (Disertasi). Program Doktor Ilmu Pertanian Minat Ilmu Ternak Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang.
- Garner, D. L. And E. S. E Hafez. 2008. Spermatozoa and Seminal Plasma in Reproduction in Farm Animals. 7th Edition. Edited By Hafez, E.S.E. Co. Director. Reproductive Health Kiawah Island. South Carolina. USA. 96-109.
- Gazali, M. dan S. N. Tambing. 2002. Kriopreservasi Sel Spermatozoa. ISSN. 0854-8587. 9 (1): 27-32.

- Ginting, S. P dan F. Mahmalia. 2008. Kambing “Boerka”: Kambing Tipe Pedaging Hasil Persilangan Boer X Kacang. *Wartazoa*. 18(3): 115-116.
- Halliwell, B. and J. M. C. Gutteridge. 2007. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Clarendon Press. Oxford.
- Hartono, M., 2008. Optimalisasi Penambahan Vitamin E Dalam Pengencer Sitrat Kuning Telur Untuk Mempertahankan Kualitas Semen Kambing Boer. *J. Indon. Trop. Anim. Agric*. 33 (1): 11-19.
- Herdis, M. R. Toelihere., I. Supriatna., B. Purwantara dan R. T. S. Adikara. 2005. Optimalisasi Waktu Ekuilibrasi dan Metode Pencairan Kembali pada Proses Pembekuan Semen Domba Garut (*Ovis aries*). *Animal Production*, 7(2): 81-88.
- Hernawan, E. U dan D. W. Ahmad. 2003. Senyawa Organosulfur Bawang Putih (*Alium sativum* L.) dan Aktivitas Biologinya. Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta. *Biofarmasi* 1 (2): 65-76.
- Husin, N., T. Suteki dan Kususiyah. 2017. Uji kualitas Semen Kambing Nubian dgan Peranakannya (Kambing Nubian X PE) serta Kambing Boer Berdasarkan Lama Penyimpanan. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 2(2): 1-8.
- Ihsan, M. N. 2010. Inseminasi Buatan Pada Kambing Diaspora Publisher : Malang. ISBN: 978-602-95245-6-7.

- Ihsan, M. N. 2011. Penggunaan Telur Itik Sebagai Pengencer Semen Kambing. *Jurnal Ternak Tropika*. 12(1): 10-14.
- Ihsan, M. N. 2013. Pembekuan Vitrifikasi Semen Kambing Boer Dengan Tingkat Gliserol Berbeda. *Jurnal Ternak Tropika*. 14(2): 38-45.
- Indriani, T. Susilawati dan S. Wahjuningsih. 2013. Daya Hidup Spermatozoa Sapi Limousin yang Dipreservasi dengan Metode Water Jacket dan Free Water Jacket. *Jurnal Veteriner*. 14(3): 379-386.
- Ismail, A., Muthalib. 2002. Bawang Dalam Pengobatan Islam. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ismaya. 2009. Konservasi Spermaotozoa: Perkembangan, Hasil dan Potensi di Masa Datang. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Jainuddeen, M. R., H. Wahid and E. S. E. Hafez. 2008. Sheep and Goat. In: *Reproduction In Farm Animal*. Seventh Edition by E. S. E Hafez & B. Hafez. Kiawah Island, South Caroline. USA: 172-181.
- Jayendran, R. S., H. V. D. Ven, M. P. Pelaez, B. G. Crabo, and Zanverld. 1984. *Development of an Assay to Asses The Functional Integrity of The Human Sperm Membrane and its Relationship to Other Semen Characteristics*. *J. Reprod. Fertil.* 7: 219-228.

- Kagan, B. L., E. S. Michael., Thomas and I. L. Robert. 1990. Antimicrobial Defensin Peptides Form Voltage-Dependent Ion-Permeable Channels In Planar Lipid Bilayer Membranes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 87: 210-214.
- Khaki, A., F. Fatemeh., M. Nouri., A. K. Amir., A. M. Navid., J. K. Hosesein and A. Porya. 2010. Beneficial Effects of Quercetin on Sperm Parameters in Streptozotocin-Induced Diabetic Male Rats. *Phytoher. Res.*
- Kang, J. T., K.K. Dae., J. P. Sol., J. K. Su., H. M. Joon., M. S. Islam., J. K. Ok., J. Goo., C. L. Byeong. 2011. Quercetin Improves In Vitro Development of Porcine Oocytes by Decreasing Reactive Oxygen Species Levels. *Biology of Reproductive.*
- Kartasudjana, R. 2011. Teknik Inseminasi Buatan Pada Ternak. Jakarta.
- Kikelomo, F. Ola-Mudathir., Stephen M. S., Michael A. F., Udoko E. O., Toyin Y. F. 2008. Protective Roles of Onion and Garlic Extracts On Cadmium-Induced Changes In Sperm Characteristics and Testicular Oxidative Damage In Rats. 46: 3604-3611..
- Kurniawan, I. Y., F. Basuki dan T. Susilawati. 2013. Penambahan Air Kelapa dan Gliserol pada Penyimpanan Sperma terhadap Motilitas dan Fertilitas Spermatozoa Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Aquaculture Management and Technology.* 2(1): 51-56.

- Kusumaningrum, D. A., P. Situmorang., E. Triwulaningsih dan R. G. Sianturi. 2007. Penambahan Plasma Semen Sapi dan Antioksidan Gluthatione Lumpur (*Bubalus Bunalis*). Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 2007. Bogor. 188-194.
- Labetubun, J. dan I. P. Siwa. 2011. Kualitas Spermatozoa Kauda Epididimis Sapi Bali dengan Penambahan Laktosa atau Maltosa yang Dipreservasi pada suhu 3-5 °C. Jurnal Veteriner. 12(3): 200-207.
- Lestari, T. R. S., M. N. Ihsan dan N. Isnaini. 2014. Pengaruh Waktu Simpan Semen Segar Dengan Pengencer Andromed Pada uhu Ruang Terhadap Kualitas Semen Kambing Boer. *J. Ternak Tropika*. 15(1): 43-45.
- Lubis, T. M., Dasrul, C. N. Thasmi, Akbar. 2013. Efektivitas Penambahan Vitamin C dalam Pengencer Susu Skim Kuning Telur terhadap Kualitas Spermatozoa Kambing Boer setelah Penyimpanan Dingin. Jurnal S. Pertanian. 3(1): 347-361.
- Lukistyowati, Iesje dan Kurniasih. 2011. Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) yang Diberi Pakan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Dan di Infeksi *Aeromonas hydrophila*. Jurnal Perikanan dan Kelautan 16(1): 144-160.
- Mahmilia, F dan M. Dolosaribu. 2010. Keunggulan Relatif Anak Hasil Persilangan antara Kambing Boer dan Kambing pada Periode Persapih. JITV. 15(2): 124-130.

- Maulana, R., N. Isnaini dan S. Wahjuningsih. 2016. Pengaruh Penambahan Glutathione pada Pengencer Tris Aminomethane Kuning Telur dalam Mempertahankan Kualitas Spermatozoa Sapi Limousin selama Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Ternak Tropika*. 17 (1): 57-65.
- Munazaroh, A. M., S. Wahjuningsih dan G. Ciptadi. 2013. Uji Kualitas Spermatozoa Kambing Boer Hasil Pembekuan Menggunakan *Mr. Frosty* Pada Tingkat Pengenceran Andromed Berbeda. *Jurnal Tropika*. 14 (2): 63-71.
- Nahriyanti, S., Y. S. Ondho, D. Samsudewa. 2017. Perbedaan Kualitas Makroskopis Semen Segar Domba Batur dalam *Flock Mating* dan *Pen Mating*. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 12(2): 191-197.
- Nasich, M. 2010. Analisis Fenotip dan Genotip Kambing Hasil Persilangan antara Pejantan Kambing Boer dengan Induk Kambing Lokal. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Needham, D., and S. Nunn. 1990. Elastic Deformatinon and Failure of Lipid Bilayer Membranes Containing Cholesterol. *Biophysical Journal*. 58: 997-1009.
- Nurwantoro, V. P. Bintoro, A. M. Legowo, A. Purnomoadi., L. D. Ambara, A. Prokoso dan S. Mulyani. 2012. Nilai pH, Kadar Air, Dan Total Escherichia Coli Daging Sapi Yang Dimarinasi Dalam Jus Bawang Putih. *J. Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(1): 20-22.

- Othman, S. F. C., Syed Z. I., Mustapha S. K., Aisyah M. R. and Kamarul R. K. 2011. Antioxidant Study of Garlic and Red Onion : A Comparative Study. *Journal of Tropical Agricultural Science*. 34(2): 253-261. Universiti Putra Malaysia Press.
- Pamungkas F. A., Mahmilia. F. dan Elieser. 2008. Perbandingan Karakteristik Semen Kambing Boer Dengan Kacang. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 367-370.
- Pamungkas, F. A., A. Batubara and Sutoro. 2014. The Quality of Spermatozoa of Gembrong Goats during Cryopreservation Process. *Media Peternakan*. 37(2): 95-100.
- Parasmawati, F., Suyadi dan S. Wahjuningsih. 2012. Performan Reproduksi pada Persilangan Kambing Boer dan Kambing Peranakan Etawah (PE). *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 23 (1): 11-17.
- Pereira, G. R., E. G. Becker, L. C. Siquera, R. Ferreira, C. K. Savero, V. S. Truzzi, Oliveira and Goncalves. 2010. Assessment of Bovine Spermatozoa Viability Using Different Cooling Protocols Prior to Cryopresertion. *Italian Journal of Animal Sciene*. 9(88): 464-470.
- Pradana, B. W., S. Muwarni dan D. Winarso. 2013. Efek Prevensi Perasaan Daun Tangkai Semanggi Air (*Marsilea crenata*) Terhadap Kadar Malonsialdehid (MDA) dan Aktivitas Superoksida Dismutase (SOD) pada Tikus Putih (*Ratus norvegicus*). Naskah

- Publikasi. Program Kedokteran Hewan. Universitas Brawijaya Malang.
- Putri, R. D. A., M. Gunawan dan E. M. Kaiin. 2015. Uji Kualitas Semen Sperma Sexing Sapi Friesian Holstein (FH) Pasca Thawaing. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. 1(8): 2057-2061.
- Putro, S., Dwiyitno. Juan. F. R., M. Pandjaitan. 2008. Aplikasi Ekstrak Bawang Putih (*Alium sativum*) Untuk Memperpanjang Daya Simpan Ikan Kembung Segar (*Rastrelliger kanagurta*). Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 3(2): 193-200.
- Paul, R. K., D. Kumar., S. Naqvi. 2017. Antioxidants Protect Proteins Anchorage To The Bilayer By Improving Plasma Membrane Integrity of Ram Spermatozoa During Liquid Preservation In A Soya Lecithin-Based Diluent. Reprod. Domest. Anim. 52(6): 1052-1060.
- Quratul'aini, S. 2006. Pengaruh Vitamin E Terhadap Jumlah Spermatozoa Mencit Jantan Strain Bal B/C yang Diberi Paparan Asap Roko. Artikel Karya Tulis Ilmiah. Fakultas Kedokteran UNDIP.
- Rios, P., A. Gascon., J. V. Martinez., S. Balasch., B. Molina. 2017. Sperm Preparation After Freezing Improves Motile Sperm Count, Motility, and viability In Frozen-Thawed Sperm Compared With Sperm Preparation

- Before Freezing-Thawing Process. J. Assist. Reprod. Genet. 10. 10815-017-1050.
- Rizal. M., dan Herdis.2008. Inseminasi Buatan pada Domba. Rineka Cipta. Jakarta. ISBN: 978-979-518-952-7.
- Rodiah, E. Yuliani., A. S. Dradjat dan C. Arman. 2015. Efektifitas Kinerja Pentoksifilin Terhadap Kualitas dan Integritas Membran Plasma pada Spermatozoa Sapi Bali Hasil Pemisahan dengan Menggunakan Albumin. Jurnal Ilmu Peternakan dan Teknologi Peternakan Indonesia. 1(1): 60-65.
- Rosmaidar, Dasrul dan T. M. Lubis. 2013. Pengaruh Penambahan Sari Buah Tomat dalam Media Pengencer Terhadap Motilitas dan Viabilitas Spermatozoa Kambing Boer yang Disimpan pada Suhu 3-5 °C. Jurnal Ilmiah Peternakan. 1(1): 7-17.
- Rugina, A., T. Luminita., I. Catalin., Z. Stela., C. Maria., B. Daniela. 2008. Characterization By Conventional Flow Cytometric Parameters And Apoptotic Markers Of Goat Sperm Under The Action Of Acrosinic Natural Inhibitors. 18: 187-194. Vasile Goldis University Press.
- Sari, R. P., S. T. Wulandari dan D. S. Wardhani. 2013. Pengaruh Penambahan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Terhadap *Karakteristik Edible Film* Pati Ganyong (*Canna edulis* Kerr). Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. 2(3): 82-87.

- Siddiqia, A., F. Anwar, M. Anwar. Manzoor and A. Fatima. 2005. Antioxidant Activity of Different Solvent Extract of Moringa Oleifera Leaf under Accelerated Storage of Sunflower Oil. *Asian Journal of Plant Sciences*. 4.(6): 630-635.
- Sikka, S. C. 2004. *Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Andrology and Assisted Reproductive Technology*. *Journal Androl*. 25(2): 5-18.
- Solihati, N., R. Idi, R. Setiawan., I. Y. Asmara dan B. I. Sujana. 2006. Pengaruh Lama Penyimpanan Semen Cair Ayam Buras pada Suhu 5°C Terhadap Periode Fertil dan Fertilitas Sperma. *Jurnal Ilmu Ternak*. 6(1): 7-11.
- Song, K. and Patrick. 2001. *The Influence of Heating on The Anticancer Properties of Garlic*. *Journal of Nutrition*. 131: 1054S-1057S.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Edisi ke-2. Penerjemah Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sue and Patrick G. 2001. Introduction to Boer. In: *Australian Goat Notes*, Simmonds AJ (Ed). Australian Cashmere Growers Association. Kellyville Australia.
- Suharyati, S. dan M. Hartono. 2013. Peningkatan Kualitas Semen Kambing Boer dengan Pemberian Vitamin E dan Mineral Zn. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 7(2): 91-93.

- Sunita, A. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Penerbit, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Surachman, M., Herdis., Yulnawati., M. Rizal dan H. Maheshwari. 2009. Kualitas Semen Cair Asal Epididimis Kerbau Belang dalam Bahan Pengencer Andromed yang Mendapat Penambahan Sukrosa. Media Peternakan. 32(2): 88-94.
- Surai, P. E., I. Kostjuk., G. Wishart., A. Macpherson., B. Speake., R. Noble., I. Ionov dan E. Kutz. 1998. Effect of Cockerel Diestob Glutathione Peroxidase Activity and Lipid Peroxidase Susceptibility in Sperm, Testes and Liver. Biol Trace Res Summer. 64 (1-3): 119-132.
- Susilawati, T. 2011. Spermatology. Universitas Brawijaya Press. Malang. ISBN: 978-602-8960-04-5.
- Susilawati, T. 2013. *Pedoman Inseminasi Buatan pada Ternak*. Universitas Brawijaya Press. Malang. ISBN: 978-602-203-458-2.
- Susilowati, S. 2008. Komplek Insulin Like Growth Faktor-I Mempengaruhi Persentase Membrane Plasa Utuh dan Kadar Malondialdehid Spermatozoa. Jurnal Veteriner. 9(4): 168-175.
- Sutyarso. 2005. Uji Kualitas Membran Spermatozoa Dari Pria Mandul Kategori Oligozoospermia. J. Sains Tek. 11(3): 173-176.

- Suyadi, 2004. Buku Ajar: Manipulasi Embrio pada Mamalia. Penerbit FAJAR, Malang. ISBN:979 8332 92-X.
- Suyadi, T. Susilawati dan L. Amalta. 2015. Kualitas Semen Kambing Peranakan Etawah (PE) dalam Pengencer Andromed dengan Penambahan Esktrak Bawang Merah (*Allium cepa L.*). Selama Penyimpanan Suhu Dingin. Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Suyadi, S. Wahjuningsih dan P. B. Wara. 2015. Integritas Membran Spermatozoa Persilangan Kambing Boerawa dalam Pengencer Andromed dengan Penambahan Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa L.*). Selama penyimpanan Suhu Dingin (4-5 °C). Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Suyadi, A. Rachmawati dan N. Iswanto. 2017. Pengaruh α -tocopherol yang Berbeda dalam Pengencer Dasar *Tris Aminomethane*-Kuning Telur Terhadap Kualitas Semen Kambing Boer yang Disimpan pada Suhu 5 °C. Jurnal Ilmu Peternakan. 22(3): 1-8.
- Syifa, N., S. H. Bintari dan D. Mustikaningtyas. 2013. Uji Efektivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum L.*) Sebagai Anti Bakteri Pada Ikan Bandeng (*Channos channos* Forsk.) Segar. *Unnes Journal Of Life Science*. 2(2): 71-77.
- Triwulaningsih, E., P. Situmorang., T. Sugiarti., R.G. Sianturi, dan D. A. Kusumaningrum. 2003. Pengaruh

Penambahan Glutathione pada Medium Pengencer Sperma Terhadap Kualitas Semen Cair (Chilled Semen). JITV. 8(2): 1-7.

Yulnawati dan M. A. Setiadi. 2005. Motilitas dan Keutuhan Membran Plasma Spermatozoa Epididimis Kucing Selama Penyimpanan Pada Suhu 4°C. Media Kedokteran Hewan. 21(3): 100-104.

Yusuf, T. A. dan D. S. Candraningsih. 2017. Karakteristik Kandungan Senyawa Organisulfur pada Minyak Bawang Putih Yang berasal dari Tanaman Varietas Lokal Ciwidey. Jurnal Ilmu Biologi. 1(7): 1798-1806.

Yusuf, T. L., R. I. Arifianti dan Y. Mulyadi. 2006. Efektivitas Waktu Pemaparan Gliserol Terhadap Motilitas Spermatozoa pada Pembekuan Semen Domba Lokal Menggunakan Pengencer Tris Kuning Telur. Animal Production. 8 (3): 168-173.

Triwulanningsih, E., P. Situmorang., T. Sugiarti., R. G. Sianturi. dan D. A Kusumaningrum. 2003. Pengaruh Penambahan Glutathione pada Medium Pengencer Sperma terhadap Kualitas Semen Cair (Chilled Semen). JITV. 8(2): 91-97.

Toelihere, M. R. 1993. Inseminasi Buatan pada Ternak. Angkasa. Bandung.

Wijaya, A. 1996. Radikal Bebas dan Parameter Status Antioksidan. Laboratorium Kimia Klinik Prodia. Bandung. ISSN. 0854-7173.

Zaniboni, L., R. Rizzi, dan S.Cerolini. 2006. *Combined Effect of DHA and α -tocopherol Enrichment on Sperm Quality and Fertily in the Turkey*. Theriogenology. 65:1813-1827.

Zhang, X. 1990. *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants: Bulbus Allii Sativii*. Word Health Organization. Geneva. 16-32 pp.



